



FORUM

Das Forschungsmagazin der Hochschule Konstanz



TECHNIK

- Entrepreneurs
- Employees
- Investors/Creditors
- Customers
- Community (country, government, media)
- Suppliers
- Stakeholders in general

WIRTSCHAFT

GESTALTUNG

Steigen Sie ein.

Und die ganze Welt will was von Ihnen.

Jede Innovation ist erst einmal Kopfsache. Deshalb schaffen wir für junge Hochschulabsolventen ein Klima, das neues Denken fördert. Am Standort Liechtenstein können wir gemeinsam Ideen und Visionen für die automobile Zukunft entwickeln – und mit der Kraft eines großen Konzerns weltweit umsetzen. Komponenten und Systeme von ThyssenKrupp Presta sind bei allen führenden Automobilherstellern im Einsatz.

Starten Sie bei uns und leisten Sie Ihren Beitrag für Fahrzeuge, die ein Höchstmaß an Sicherheit und Wirtschaftlichkeit bieten. Setzen Sie Impulse für bessere Autos. Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung.

ThyssenKrupp Presta AG, 9492 Eschen, Fürstentum Liechtenstein
www.thyssenkrupp-presta.com

ThyssenKrupp Presta

Ein Unternehmen von ThyssenKrupp Automotive



ThyssenKrupp

HOCHSCHULE KONSTANZ

| | |
|--|-----------|
| PROF. OLAF HARDER | 4 |
| <i>Rektor</i> | |
| PROF. DR.-ING. GUNTER VOIGT | 5 |
| <i>Prorektor Forschung</i> | |
| 20 JAHRE INSTITUTIONALISIERTE FORSCHUNG AN DER HOCHSCHULE KONSTANZ | 6 |
| <i>Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle, Wissenschaftlicher Direktor des Instituts für Angewandte Forschung – IAF</i> | |
| TECHNOLOGIETRANSFER - BEISPIELE VON OPTIMIERUNGSAUFGABEN IN DER ELEKTRISCHEN ENERGIETECHNIK | 8 |
| <i>Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt und Dr.-Ing. Alexander Kirjuchin</i> | |
| STUDIENANGEBOTE | 12 |
| EXPERTEN | 13 |
| <i>Auszug aus den Expertenprofilen</i> | |

TECHNIK

| | |
|---|-----------|
| ENTWICKLUNG EINER PRÜFANLAGE ZUR PRÜFUNG VON BAUELEMENTEN AUS FORMGEDÄCHTNISMETALLEN (FGL) | 24 |
| <i>Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel, Dipl.-Ing. (FH) Tobias Boes, Dipl.-Ing. (FH) Joachim Strittmatter und Armin Walter</i> | |
| DIE ANPASSUNG VON HOCHLEISTUNGSSCHICHTEN AN KOMPONENTEN VON VERBRENNUNGSMOTOREN | 33 |
| <i>Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Bogatzky, Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel, Karl Müll, Dipl.-Ing. (FH) Iona-Serban Radu</i> | |
| THE TOROID RING GEARING TRG A NEW CONCEPT FOR A CVT | 40 |
| <i>Prof. Dr. Burkhard Lege</i> | |
| VERTEILTE SYSTEME MIT DER KONSTANZER KOMPONENTENSPRACHE COMPIJAVA | 50 |
| <i>Prof. Dr. Hans Albrecht Schmid und Dipl.-Informatiker (FH) Marco Pfeifer</i> | |
| ERSTELLUNG VON PLUG-INS FÜR ECLIPSE: EIN GRAFISCHER EDITOR FÜR DIE KONSTANZER KOMPONENTENSPRACHE COMPIJAVA | 56 |
| <i>Christian Baranowski, Rainer Weinhold und Prof. Dr. Hans Albrecht Schmid</i> | |

WIRTSCHAFT

| | |
|--|-----------|
| CORPORATE GOVERNANCE, VALUESMANAGEMENT AND STANDARDS. THE EUROPEAN PERSPECTIVE | 62 |
| <i>Prof. Dr. habil. Josef Wieland</i> | |
| MIT PROFESSIONELLEM KOMPLEXITÄTSMANAGEMENT PROFITABEL WACHSEN | 74 |
| <i>Prof. Dr.-Ing. Stefan Schweiger</i> | |
| OTHMAR AMMANN (1979-1965) DER STAHLBRÜCKENBAUER DES 20. JAHRHUNDERTS | 78 |
| <i>Prof. Cengiz Dicleli</i> | |
| „WIR HATTEN JA IMMER NUR EINE CHANCE“ DAS PROJEKT „JÜDISCHE JUGEND HEUTE IN DEUTSCHLAND“: EIN EXPERIMENT IN DER LEHRE | 84 |
| <i>Prof. Andreas P. Bechtold und Prof. Dr. Volker Friedrich</i> | |

HOCHSCHULE KONSTANZ

| | |
|--|-----------|
| PROJEKTE | 90 |
| IMPRESSUM | |
| HERAUSGEBER: Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung Prorektor für Forschung, Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt (v.i.S.d.LPrG.) www.htwg-konstanz.de ©Hochschule Konstanz | |
| REDAKTION: Dipl.-Ing. (FH) Andreas Burger MBA, Referent für Forschung & Entwicklung, Dipl.-Volksw. Sibylle Mühleisen | |
| FOTOS: Archiv, privat | |
| ANSCHRIFT: htwg-forum, Hochschule Konstanz, Brauneggerstraße 55, D-78462 Konstanz, Tel. +49 (0)7531 206-325, Fax +49 (0)7531 206-436, burger@htwg-konstanz.de | |
| GESTALTUNG UND ANZEIGENVERWALTUNG: bbv nuber visuelle kommunikation, Tägermoosstrasse 11, D-78462 Konstanz, Tel. +49 (0)7531 18047, Fax +49 (0)7531 18045 nuber@bbv-design.com , www.bbv-design.com | |
| DRUCK UND WEITERVERARBEITUNG: werk zwei GmbH, Max-Stromeyer-Straße 180, D-78467 Konstanz gedruckte Auflage: 5.000 Exemplare ISSN 1619-9812, Ausgabe 2006/2007 Internetausgabe: ISSN 1611-3748 | |

In der Folge der großen Bildungsreformdebatte der 1960er Jahre - man sprach vom sich anbahnenden „Bildungs-Notstand“ in Deutschland - wurde zu Beginn der 1970er Jahre der deutsche Hochschulbereich insgesamt deutlich ausgebaut und gleichzeitig um den Typus Fachhochschule erweitert. Die Planung zielte auf eine Erhöhung der Abiturienten- und damit der Studierendenzahlen von ca. 5% auf 15% Anteil am jeweiligen Altersjahrgang. Dass wir heute längst mehr als den doppelten Wert erreicht haben und dennoch hinter den Bildungszahlen anderer Nationen hinterherhinken, ist bekannt!

Dennoch wurde die Erweiterung der Hochschullandschaft um den Typus Fachhochschulen damals nur halbherzig vorgenommen. Noch 1981 stellte der Wissenschaftsrat in seinen „Empfehlungen zu Aufgaben und Stellung der Fachhochschulen“ fest, dass diesem neu gegründeten Hochschultypus im Aktionsdreieck Forschung, Bildung und Weiterbildung praktisch nur Bildungsaufgaben mit „besonderer Akzentuierung des Anwendungsbezugs“ und einem „hohen Grad der Verbindlichkeit in den Studien- und Stoffplänen“ zugeordnet sind. Die Forschung - als unverzichtbare Hochschulaufgabe - sei deutlich begrenzt: „Im Rahmen ihres Auftrags zur anwendungsbezogenen Lehre sollen Fachhochschulen - mit unterschiedlicher Akzentuierung in den einzelnen Ländern - Forschungs- und Entwicklungsaufgaben wahrnehmen, ohne dass damit die Forschung zu einer ihrer zentralen Aufgaben erklärt wäre“.

Letztlich schreiben die aus der oben verkürzt zitierten Bestandsaufnahme abgeleiteten Empfehlungen des Wissenschaftsrates diese Strukturen fort: „Die Fachhochschulen sollen ihren eindeutigen und beherrschenden Schwerpunkt in ihrer anwendungsbezogenen Lehr- und Ausbildungsaufgabe haben. ... Diese Feststellung schließt nicht aus, dass in den Fachhochschulen im Rahmen gegebener Möglichkeiten auch Aufgaben der anwendungsbezogenen Forschung und Entwicklung wahrgenommen werden, und zwar unter besonderer Berücksichtigung regionaler Bezüge, des Technologietransfers, der Beratungstätigkeit und soweit es für die Pflege und Entwicklung der Studiengebiete förderlich ist.“

Allerdings ließ der Wissenschaftsrat schon damals Raum für Zukunftsentwicklungen in der Forschung offen, die von der Fachhochschule Konstanz und anderen dann auch in die Wege geleitet wurden. „Insgesamt wird es“, so empfahl der Wissenschaftsrat für den Bereich anwendungsbezogener Forschung und Entwicklung, „nicht so sehr darum gehen, dass künftig jeder Professor an einer Fachhochschule neben seiner Lehrtätigkeit auch forscht, als vielmehr um eine Verbesserung der individuellen Möglichkeiten, Forschungs- und Entwicklungsaufgaben wahrzunehmen.“ Ein zentraler Satz, der in den folgenden Jahren das Handeln der Hochschule

geleitet hat und letztlich zur Einrichtung des „Instituts für Innovation und Transfer (IIT)“ geführt hat. Ausdrücklich wurde auch empfohlen, „dass die Professoren die Möglichkeit haben sollten, sich mit konkreten Forschungsvorhaben um Drittmittel, insbesondere aus überregionalen Förderungseinrichtungen, zu bewerben“, was zur Einrichtung auch zusätzlicher Forschungsprogramme beim Bund und bei den Ländern führte, und der Wissenschaftsrat schrieb den Fachhochschulen ins Stammbuch, „mögliche Interessenten besser als bisher über ihr Forschungs- und Entwicklungspotential zu informieren.“ Gerade hierzu dient natürlich auch unser HTWG FORUM.

Mit der Entwicklung von Bachelor- und Masterstudiengängen werden heute ganz neue Anforderungen an das Erarbeiten von Forschungskonzeptionen gestellt. Ich kann abschließend feststellen, dass die Hochschule Konstanz heute Forschung auch als ausgewiesene Qualitätssicherung für die Lehre betreibt und Forschungsaufgaben im Rahmen des Auftrags „Forschung, Lehre und Weiterbildung“ ebenso wie die Weiterbildung zentrale Handlungsfelder geworden sind mit erfolgreicher Transferfunktion in die Gesellschaft.

DIE HOCHSCHULE KONSTANZ FEIERT IN DIESEM JAHR IHR 100-JÄHRIGES BESTEHEN. ZUM FESTAKT DES JUBILÄUMS WURDE DER NEUE NAME DER ÖFFENTLICHKEIT VORGESTELLT: „HOCHSCHULE KONSTANZ TECHNIK, WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG“, ODER KURZ „HTWG“.

Wie an den weiteren 22 Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg wurde damit auch in Konstanz die Umbenennung von Fachhochschule zu Hochschule vollzogen. Der Status als Fachhochschule bleibt jedoch erhalten und das spezifische Profil des Anwendungsbezugs der Fachhochschulen in Forschung und Lehre bleibt unangetastet. Die Hochschule Konstanz ist weiterhin in der anwendungsorientierten Forschung eine der erfolgreichsten Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg. Bei der Bewertung kommen Erfolgsfaktoren wie eingenommene Drittmittel und die Anzahl von Publikationen zum Tragen. Die Möglichkeit, an Fachhochschulen Forschung auf höchstem Niveau durchzuführen wurde einmal mehr durch die Auszeichnung von Herrn Prof. Dr. habil. Josef Wieland mit dem Landesforschungspreis im Jahr 2005 bestätigt. Prof. Wieland untersucht praxisbezogen Themen im Bereich der Wirtschaftsethik und von Wertemanagementsystemen.

Forschung an der Hochschule Konstanz heißt in vielen Fällen Forschung in Verbundprojekten. Verbundpartner sind hierbei Industrieunternehmen, die durch materielle Beteiligung Forschungsvorhaben unterstützen oder auch die Anregung für die Einrichtung oder Ausgestaltung von Forschungsvorhaben geben. Diese Kooperation von Hochschule und Wirtschaft ist heute vielfach Grundvoraussetzung für das Einwerben öffentlicher Forschungsmittel.

Die thematische Ausrichtung von Forschung an der Hochschule Konstanz erfolgte in der Vergangenheit vor allem orientiert am individuellen Interesse der Forscher. Heute beginnt innerhalb der Fakultäten eine Diskussion zur Ausgestaltung von Forschungsschwerpunkten, nicht zuletzt motiviert durch die Forderung, Masterstudiengänge wissenschaftlich durch Forschung zu untermauern. Hier wird ausgehend von der Studienreform die Forschung an der HTWG in Zukunft verstärkt stattfinden. Die Einbindung von Masterstudierenden in die Forschung eröffnet der Hochschule einerseits neue Perspektiven zur Ausgestaltung und Bearbeitung von Projekten und ermöglicht andererseits dem wissenschaftlichen Nachwuchs die Ausbildung in der Einheit von Forschung und Lehre. Beides wird an der HTWG ausdrücklich begrüßt.

Die Dachorganisation der Forscher an der Hochschule Konstanz, das IAF- Institut für angewandte Forschung, feiert in diesem Jahr sein 20-jähriges Jubiläum. Im Rahmen der Jubiläumsfeierlichkeiten veranstalten IAF und HTWG am 6. Mai 2006 einen Tag der offenen Tür, um in Vorträgen und Laborbesichtigungen ihre For-

schungskompetenz zu zeigen. Begleitet wird der Tag von einer Ausstellung mit Firmen, die dieses Forschungsmagazin durch ihre Anzeigen unterstützen.

Das Forschungsmagazin HTWG FORUM erscheint bereits in der sechsten Auflage. Es stellt Ergebnisse aus Projekten der angewandten Forschung an der Hochschule Konstanz sowie Zwischenberichte laufender Projekte vor. Die vorhandenen Ressourcen in den unterschiedlichen Forschungseinrichtungen sind beschrieben, die Kompetenzen in Forschung und Technologietransfer in der gesamten fachlichen Breite dargestellt. Die Möglichkeiten zur Ausgestaltung von Kooperationsprojekten und der Abwicklung von Projekten im Technologietransfer sind gesondert erläutert.

Zeitgleich mit dem 100-jährigen Bestehen der Hochschule Konstanz feiert das Institut für Angewandte Forschung sein 20-jähriges Bestehen. Am 1. Juli 1986 wurde das Institut für Innovation und Transfer – IIT gegründet, das 1996 in das Institut für Angewandte Forschung – IAF umgewandelt wurde.



Am Anfang standen Pioniere, die mit Enthusiasmus und Beharrlichkeit Forschungsprojekte in einer sonst ausschließlich auf die Lehre ausgerichteten Umgebung betrieben. Projekte über die traditionelle Architektur in Afrika von Prof. Wolfgang Lauber, zur Fachsprachendidaktik und zur Fachsprache Deutsch von Prof. Anneliese Fearn sowie die Arbeiten von Prof. Robert Massen zur Bildverarbeitung und das 1988 mit viel Öffentlichkeitswirkung begonnene Projekt des Solarboots Korona von Prof. Christian Schaffrin bildeten in den 80er Jahren den Anfang. Es folgten in den 90er Jahren eine Vielzahl von Einzelprojekten sowie die Gründung zweier weiterer Forschungsinstitute, die besondere Schwerpunkte der Forschung zusammenfassen. 1995 wurde das Centrum für internationale Terminologie und Linguistik – CiTaL unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Wolfgang Thomassen gegründet. 2002 folgte das Konstanz Institut für Wertemanagement – KleM, dessen wissenschaftlicher Direktor Prof. Josef Wieland für seine herausragende Forschungsarbeit im Jahr 2005 mit dem Landesforschungspreis ausgezeichnet wurde.

Die bei der Gründung des IIT überwiegend technisch ausgerichteten Forschungsschwerpunkte wurden mit der Gründung der Wirtschaftsstudiengänge in den 90er Jahren entscheidend erweitert. Heute sind die wirtschaftsbezogenen Forschungsprojekte ganz entscheidend an der Leistungsbilanz des Institutes beteiligt. Mit der Wandlung zum IAF 1996 wurden auch die heutigen Schwerpunkte Architektur und Gestaltung, Empirische Wirtschaftsforschung, Energiewandlung in Solarsystemen, Ingenieurinformatik/Angewandte Softwaretechnologien, Mechatronik, Multifunktionale Kommunikation sowie Werkstoffe und Umwelt eingerichtet. In den letzten Jahren besonders forschungsaktiv sind die Schwerpunkte Werkstoffe und Umwelt und Ingenieurinformatik sowie der Bereich Wirtschaft und Sprachen. So wurde im Schwerpunkt Werkstoffe und Umwelt eine Reihe von Projekten, die sich mit der intelligenten Nutzung der Eigenschaften von Materialien aus

Formgedächtnislegierungen (FGL) befassen, unter der Leitung von Prof. Paul Gümpel und Prof. Michael Butsch durchgeführt. Beispiele sind der Einsatz von FGL bei der Entwicklung adaptiver Sicherheitssysteme für Kraftfahrzeuge, zur Entwicklung selbststeuern der Dichtungen rotierender Wellen gegen Ölverlust oder in der Medizintechnik zum Antrieb in einem Marknagel zur Knochenverlängerung. Im Schwerpunkt Ingenieurinformatik/Angewandte Softwaretechnologien sind die teilweise mit DFG-Mitteln geförderten Projekte über mathematische Verfahren beispielsweise zur Globalen Optimierung bei Prof. Jürgen Garloff hervorzuheben.

Im Schwerpunkt Mechatronik befasst sich Prof. Florin Ionescu mit der Simulation und Auslegung von Hydraulik- und Pneumatikanlagen, unter anderem durch Einsatz neuerer Neuro-Fuzzy Lösungen. Im Motorenlabor von Prof. Klaus Schreiner werden Forschungsarbeiten zur Verbesserung von biodiesel- und gasbetriebenen Verbrennungsmotoren durchgeführt. Im Schwerpunkt Empirische Wirtschaftsforschung hat insbesondere die von Prof. Josef Wieland entwickelte Theorie der Governanceethik große Bedeutung erlangt. Die Governanceethik thematisiert und untersucht die Wirkungsweise moralischer Regeln und Werte als endogene Elemente von Governancestrukturen in wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Organisationen. Im Schwerpunkt Multifunktionale Kommunikation werden Fragen der interkulturellen Wirtschaftskommunikation sowie der Entwicklung von Fernstudienmodulen für den Fachsprachenunterricht durch Prof. Peter Franklin bearbeitet.

Im Schwerpunkt Architektur und Gestaltung wurden von Prof. Wolfgang Lauber die Arbeiten zum Bauen in den Tropen sowie von Prof. Raimund Blödt und Prof. Frid Bühler an einem Leitbild „Vision Bodenseestadt“ fortgeführt. In den Projekten zur Bodenseestadt wurden unter dem Fokus spezifischer Strukturprobleme der Bodenseeregion theoretisch entwickelte Ansätze der Stadt- und Regionalentwicklung weiterentwickelt und exemplarisch umgesetzt. Zur neueren Architekturgeschichte werden Forschungsarbeiten von Prof. Immo Boyken durchgeführt und ein Archiv aufgebaut. Prof. Bernd Jödicke befasst sich mit den Einflüssen bauphysikalischer Parameter wie Schall, Licht und Wärme auf die Nutzer von Gebäuden, Prof. Constantin Boytscheff betreibt einen Immersive Room zur 3-D-Simulation von Räumen.

Die Einnahmen aus Mitteln Dritter stiegen in den 90er Jahren über viele Jahre kontinuierlich an. In den letzten Jahren hat sich, im Wesentlichen durch die wirtschaftliche Gesamtsituation bedingt, eine Konsolidierung eingestellt. Dennoch nimmt die Hochschule heute eine Spitzenposition in der Forschung der Fachhochschulen im Land Baden-Württemberg ein.

Während zur Anfangszeit des IAF in den 80er Jahren Forschung einen pionierhaften Charakter hatte, stellt sie heute einen integralen Teil der Hochschule dar. Als solche ist sie auch im Hochschulgesetz – wenn auch als institutioneller und noch nicht als individueller, d.h. auf den einzelnen Hochschullehrer bezogenen Auftrag – verankert. Das IAF war und ist als größtes Institut der HTWG aktiv in deren Entwicklung mit eingebunden. Gerade die neuen Masterstudiengänge erfordern auch in der Lehre die Vermittlung analytisch-theoretischer Fähigkeiten mittels Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, für die das IAF steht. Forschung und Entwicklung werden – auf der Grundlage des bisher Geleisteten – in Zukunft weiter an Bedeutung innerhalb der Hochschule gewinnen.

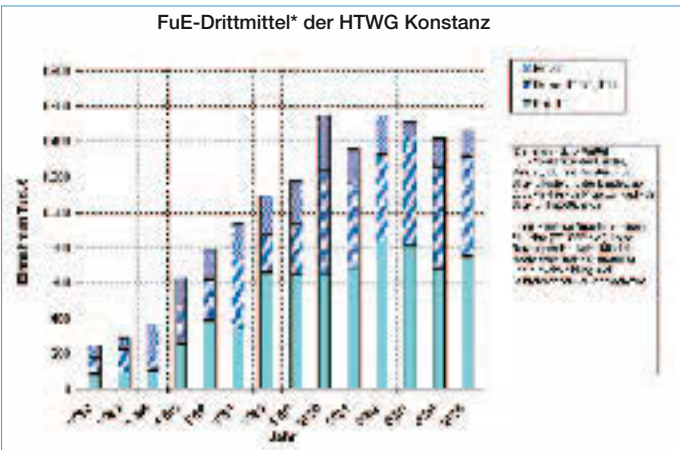


BILD: F&E-DRITTMITTELEINNAHMEN DER HTWG KONSTANZ

1 FORSCHUNG AN DER HOCHSCHULE KONSTANZ

Anwendungsorientierte Forschung ist neben anwendungsbezogener Lehre und Weiterbildung Grundaufgabe von Fachhochschulen. Anwendungsorientierte Forschung kann gegenüber der Grundlagenforschung und dem Technologietransfer unter anderem über die Laufzeit von Projekten abgegrenzt werden. Dabei sind die Grenzen tatsächlich fließend.



Abb. 1: ZUR ABGRENZUNG VON FORSCHUNGSTÄTIGKEITEN

In Abhängigkeit des Umfangs und der Laufzeit sind in der Kooperation mit Unternehmen verschiedene Formen der Ausgestaltung möglich. Im Falle entsprechenden öffentlichen Interesses am jeweiligen Thema können in kooperativen Forschungsprojekten erhebliche Anteile der Kosten durch öffentliche Drittmittel abgedeckt werden.

Im **Forschungsauftrag** dagegen wird die Finanzierung durch ein Unternehmen erfolgen. In jedem Fall regelt ein **Kooperationsvertrag** die Rechte an erarbeiteten Ergebnissen. Kleinere Projekte können auf dem Weg des **Technologietransfers auf Angebotsbasis** bearbeitet werden.

Unabhängig von Bindungen an Unternehmen kann Forschung hochschulintern aus Eigenmitteln oder fachspezifischer öffentlicher Förderung sowie aus nicht fachlich spezifizierten Zuwendungen erfolgen. Reformen in der Ausgestaltung von Studienplänen haben projektorientiertes Lernen zum Bestandteil eines Studiums werden lassen. Studierende können hier an der Forschungstätigkeit einer Hochschule im Rahmen von **Forschung in der Lehre** oder **Lehrforschung** partizipieren.

- Kooperation mit Unternehmen:
- Technologietransfer
 - Forschungsauftrag
 - Lizenzvertrag
 - Kooperationsvereinbarung
 - Kooperatives Forschungsprojekt
 - Forschungsverbund
- Hochschulinitiierte Forschung:
- Eigenforschung
 - Erfindungen
 - Forschung in der Lehre

Abb. 2: FORMEN VON FORSCHUNG UND KOOPERATION

2 BEISPIELE VON FORSCHUNGSPROJEKTEN DER FAKULTÄT
ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

FORSCHUNGS-AUFTRAG: TEILENTLADUNGSMESSUNG AN
MITTELSPANNUNGSKABELN

Elektrische Entladungen, bei denen nur ein Teil einer Isolation überbrückt wird, werden als Teilentladungen bezeichnet. Die Isolationsfähigkeit der gesamten Isolierung bleibt bestehen. An der Stelle der Teilentladung selbst kann jedoch der Isolierstoff dauerhaft geschädigt werden.

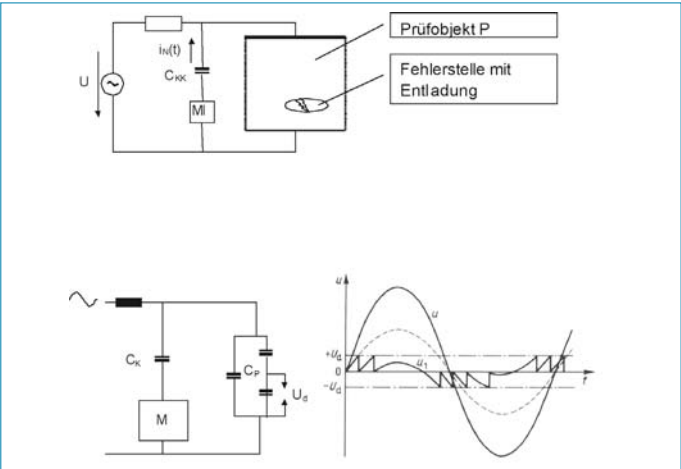


Abb. 3: ENTSTEHUNG VON TEILENTLADUNGEN UND PRINZIP DER TEILENTLADUNGSMESSUNG

Mit Hilfe der Teilentladungsmessung können Fehlstellen in Isolationen detektiert, bewertet und bei ausgedehnten Prüflingen auch geortet werden. Bei der Prüfung von Kabeln, die in der Verteilung von elektrischer Energie eingesetzt werden, stehen Detektierung und Lokalisierung im Vordergrund. Bei einer Teilentladungsprüfung vor Ort muss der Prüfling mit einer einstellbaren Wechselspannung beansprucht werden. Besonders leichte und gut transportierbare Spannungsquellen werden mit einer Frequenz von zum Beispiel 0,1 Hz betrieben.



Abb. 4: TEILENTLADUNGSMESSUNG VOR ORT

Da diese Frequenz jedoch 500-mal kleiner ist als die Frequenz der Spannung, mit der das Kabel im normalen Betrieb beansprucht wird, ist die Äquivalenz der Messresultate bei diesen unterschiedlichen Prüfungen zu erforschen. Erste Arbeiten hierzu wurden im Rahmen eines kooperativen Forschungsprojekts durchgeführt und veröffentlicht [1,2]. Untersucht wurde hier die Vergleichbarkeit von Messungen an betriebsgealterten Kabeln. Das Projekt war gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie durch die Firma BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH, Sulz/A. In einem weiteren, weniger umfangreichen Projekt wurden zusätzlich Messungen an Muffen und Kabelendverschlüssen durchgeführt. Hierbei wurden gezielt Fehler in die Isolation eingebaut, um die Äquivalenz diesmal an bekannten Fehlerursachen zu separieren. Diese Untersuchungen wurden durch die Hochschule Konstanz im Labor für Hochspannungstechnik im Auftrag der Firma BAUR durchgeführt. Gemäß Kooperationsvertrag ist eine gemeinsame Publikation in Vorbereitung. Nur ein Detail ist im Folgenden aufgeführt.

| | 0.1 Hz | 50 Hz |
|-----------------|---------|---------|
| Einsetzspannung | 18kV | 14kV |
| Aussetzspannung | 16,7 kV | 12,3 kV |
| Bild 24 kV | | |

Abb.6: MESSUNGEN DER O.A. FEHLERHAFTEN MUFFE

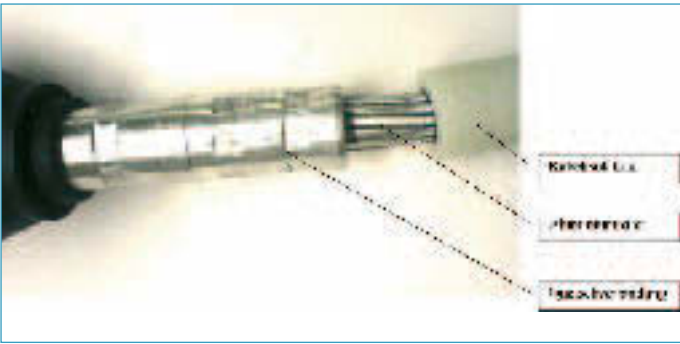


Abb. 5: BEISPIEL EINER FEHLERHAFTEN MUFFENMONTAGE: DISTANZ ZWISCHEN
QUETSCHVERBINDUNG UND KABELISOLATION ZU GROSS

ERFINDUNG: EINSATZ VON DAUERMAGNETEN ZUR VORMAGNETISIERUNG VON DROSSELN DER LEISTUNGSELEKTRONIK

Drosseln sind in Anordnungen der Leistungselektronik wichtige Bauelemente. Sie übernehmen unterschiedliche Detailaufgaben. Neben der Minimierung von Verlustleistungen [3] ist die Reduzierung der Baugröße ein wichtiges Ziel der Weiterentwicklung. Je nach Einsatzgebiet ergibt sich hier die Möglichkeit, bei Drosseln mit der unipolaren Bestromung durch Verwendung einer Vormagnetisierung das Magnetmaterial besser auszunutzen. Dadurch kann eine erheblich kleinere Bauform realisiert werden. [4] Grundlegende Untersuchungen zu diesem Thema sind an der Hochschule Konstanz und anderen Orten durchgeführt worden. [5] Aus den Erkenntnissen dieser Untersuchungen ergeben sich neue Möglichkeiten, das Langzeitverhalten der eingesetzten Permanentmagnete zu optimieren. Ein entsprechendes Konzept ist zur Anmeldung als Patent vorgesehen und kann anschließend verwertet werden. Anmeldung und Verwertung von Patenten, die der Hochschule gehören, geschehen in der Regel über das Technologielizenzbüro TLB

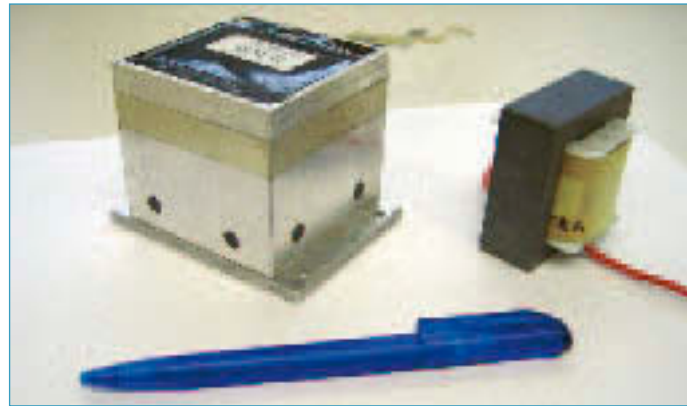


Abb. 7: GRÖßENVergleich einer konventionellen Drossel und einer Drossel mit vormagnetisiertem Kern bei elektrisch und thermisch gleichen Leistungsdaten

der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH. Dieses unterstützt und berät die Hochschule in Fragen des Patentrechts und recherchiert Verwertungsmöglichkeiten, zum Beispiel in Form von Lizenzverträgen.

3 TECHNOLOGIETRANSFER

Die Labore der Hochschule Konstanz sind gut ausgerüstet für die Durchführung von Lehre und Forschung. Neben Forschungstätigkeiten werden Kompetenzen von Professoren und Mitarbeitern sowie Laborausstattungen auch zu Dienstleistungen für den Technologietransfer genutzt. Beispiele aus der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik sind:

HOCHSPANNUNGSTECHNIK

Im Labor für Hochspannungstechnik besteht die Möglichkeit, Spannungsprüfungen bis 200 kV AC, 100 kV DC und 600 kV BIL durchzuführen. Teilentladungsmessungen und Messungen des Verlustfaktors tan ergänzen die Spannungsprüfungen. Genutzt wird dies für Untersuchungen im Auftrag von KMU der Region. Beispiele sind:

- > Teilentladungsmessungen an luftisolierten Schaltanlagen
- > Ermitteln der Stoßspannungsfestigkeit von Mittelspannungsschaltanlagen
- > Untersuchungen zur Spannungsfestigkeit von Komponenten der Leistungselektronik mit Betriebsspannungen oberhalb 1 kV
- > Prüfung von Durchschlagverhalten unterschiedlicher Materialien (Gläser, Platinen)

ENERGIEEFFIZIENZ 1

Netzteile in elektrischen Geräten arbeiten immer mit Verlusten, d.h. ein Teil der aus dem Netz aufgenommenen elektrischen Energie

wird in Wärmeenergie umgewandelt. Die Effizienz eines Netzteiles kann durch den Wirkungsgrad beschrieben werden, d.h. durch das Verhältnis von abgegebener zu zugeführter Leistung. Zum Beispiel nehmen Netzteile in heutigen Computern ca. 300 Watt auf und haben einen Wirkungsgrad von ca. 70%, - d.h. ca. 210 Watt werden für den Betrieb der Computer genutzt und ca. 90 Watt gehen verloren. Eigene Entwicklungsarbeiten unter Einsatz hochwertiger Bauelemente und moderner Schaltungstechnik ermöglichen den Wirkungsgrad der Netzgeräte von aktuellen 70% auf 90% zu erhöhen. Für jedes einzelne Netzteil bedeutet das bei gleicher abgegebener Leistung eine geringere zugeführte Leistung von ca. 230 Watt, - also ca. 70 Watt weniger als aktuell. Für diese Entwicklung werden Partner zur industriellen Nutzung gesucht.

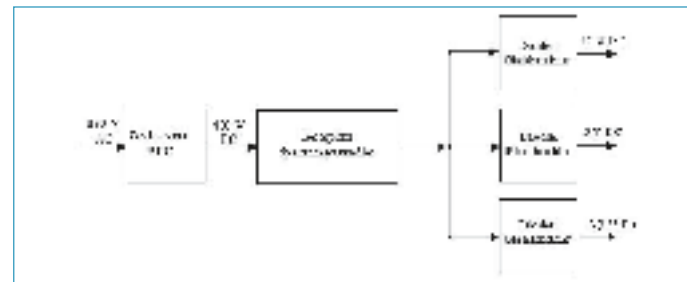


Abb. 8: BLOCKSCHALTbild eines konventionellen Netzteiles

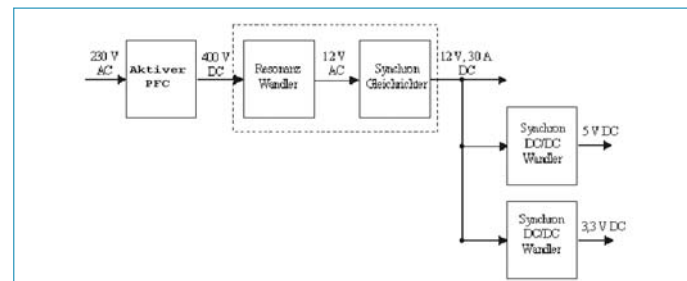


Abb. 9: BLOCKSCHALTbild eines hocheffizienten Computer-Netzteiles

ENERGIEEFFIZIENZ 2

Ausgehend von Forschungsarbeiten [2] liegen Kenntnisse zur Optimierung von Drosselspulen auch ohne Einsatz von Vormagnetisierung vor. Zur Steigerung des Wirkungsgrads in Solarwechselrichtern wurde für die Firma SUNWAYS AG, Konstanz, die Auslegung von Drosseln verbessert. Vergleichbare Arbeiten wurden durchgeführt für die Firma ELMA, Singen, um Drosseln in Baugröße und Wirkungsgrad in Einspeiseeinheiten für Geräte der Ultraschallreinigung zu verbessern. Unterschiedliche Konzepte wurden erprobt, Geometrie und verwendete Materialien kundenspezifisch optimiert. Die Kenntnisse zur Dimensionierung von Drosselspulen wurden an der Hochschule Konstanz in ein Computerprogramm implemen-

Join our team!

OMICRON ist ein international tätiges Unternehmen, das sich auf die Entwicklung und Vermarktung innovativer Prüfsysteme für die Schutz- und Messtechnik in Energieversorgungsunternehmen und Industrie spezialisiert hat. In diesem Marktsegment der Energietechnik sind wir Weltmarktführer.

Wir suchen engagierte Mitdenker, die an herausfordernden Aufgaben wachsen möchten und ein Umfeld schätzen, in dem persönliches Engagement honoriert wird und Arbeiten Spaß macht.

Wir verstärken unser Team derzeit in folgenden Bereichen:

Software Entwickler

Software Quality Engineer

Hardware Entwickler

Produktmanagement

Application Engineer Prüftechnik

Technischer Redakteur

Detaillierte Informationen zu diesen Jobs findest du unter www.omicron.at

OMICRON electronics GmbH
Human Resources • Harald Dörler • Oberes Ried 1 • 6833 Klaus/Österreich
Tel. +43(0)5523-507-156 • jobs@omicron.at



**BESTE
ARBEITGEBER
ÖSTERREICH
2006**

OMICRON
www.omicron.at

tiert, so dass die Kompetenz, die hier für den Technologietransfer vorliegt schneller und reproduzierbar abgerufen werden kann.

ten Lastzyklen und Belastungssituationen und damit die Rückkopplung von Designvorgaben und erzielten Eigenschaften.

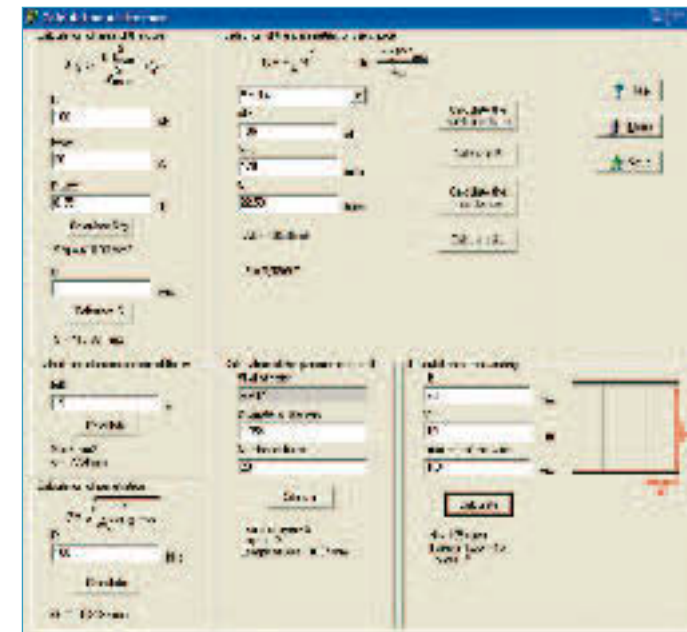


Abb. 10: BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR DROSSELBERECHNUNG

Die Erprobung von Drosselspulen erfordert spezielle Signalgeneratoren, deren Grundkonzept ebenfalls in [2] beschrieben ist. Für die Firma SUNWAYS AG wurde im Rahmen des Technologietransfers ein entsprechender Generator dimensioniert und gebaut. Dieser ermöglicht die Überprüfung von Prototypen in unterschiedlich-

ZUSAMMENFASSUNG

Die Hochschule Konstanz ist für Forschung und Technologietransfer hervorragend ausgestattet. Die ausgewählten Beispiele aus dem Bereich der elektrischen Energietechnik zeigen stellvertretend für alle Fakultäten unterschiedliche Möglichkeiten der Ausgestaltung anwendungsorientierter Forschung und vor allem des Technologietransfers.

LITERATUR:

1. Teilentladungsmessungen bei variablen Prüfspannungsfrequenzen, VDE Fachtagung Diagnostik elektrischer Betriebsmittel, Berlin, 2002
2. Partial discharge measurements on service aged medium voltage cables at different frequencies, JICABLE 2003, Versailles, F, 2003, Main Author
3. Voigt, Dobrenko, Kirjuchin, Komarov: Optimierte Drosselspulen für die moderne Leistungselektronik, fhk forum 2004/2005, ISSN 1619-9812
4. A new downsized large current coil with magnet bias method, Fujiwara, T.; Matsumoto, H. Nec Tokin Corp., Sendai, Japan, Intelc "03". Proceedings. The 25th International Telecommunications Energy - INTELEC "03" (IEEE Cat. No. 03CH7481), Conference, Yokohama, Japan, 19-23 Oct 2003, ISBN: 4-88552-196-3
5. Dobrenko, Voigt, Kirjuchin, Komarov: Baugößenreduzierung von Drosselspulen durch Anwendung von Permanentmagneten, fhk forum 2005/2006, ISSN 1619-9812

BACHELOR-/DIPLOM-STUDIENGÄNGE

- > Architektur
- > Bauingenieurwesen
- > Betriebswirtschaftslehre
- > Elektrotechnik und Informationstechnik
- > Kommunikationsdesign
- > Maschinenbau / Produktion
- > Maschinenbau / Konstruktion und Entwicklung
- > Maschinenbau / Verfahrenstechnik und Umwelttechnik
- > Projekt-Ingenieur Elektro- und Informationstechnik
- > Software-Engineering
- > Technische Informatik
- > Wirtschaftsinformatik
- > Wirtschaftsingenieurwesen (Bau)
- > Wirtschaftsingenieurwesen (Maschinenbau)
- > Wirtschaftssprachen Asien und Management / Chinesisch
- > Wirtschaftssprachen Asien und Management / Malaiisch

MASTER-STUDIENGÄNGE

- > Architektur
- > Business Administration in Human Capital Management
- > Business Information Technology
- > Communication Systems Engineering
- > Bauingenieurwesen (Konstruktion, Wasser und Verkehr)
- > Kommunikationsdesign
- > Mechanical Engineering and International Sales Management
- > Mechatronik
- > Umwelt- und Verfahrenstechnik

HOHE SPANNUNG - STARKES TEAM



IM STROMFLUSS DER ZEIT

Wann immer es um individuelle Problemlösungen im internationalen Markt der Prüf- und Messtechnik geht, liefert BAUR die Spitzentechnologie für die Bereiche:

- Kabelfehlerortung
- Hochspannungsprüfung und Diagnose
- Technische Dienstleistungen
- Dielektrische Isolierstoffprüfung.

BAUR leistet einen wesentlichen Beitrag zu einem störungsfreien und effizienten Stromfluss und hilft dadurch Kosten und Risiken zu minimieren.

BAUR - IHR PARTNER!



ARCHITEKTUR UND GESTALTUNG

PROF. DR.-ING. IMMO BOYKEN

LEHRGEBIETE: Architekturgeschichte, Architekturtheorie, Bauaufnahme und Entwerfen. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Forschungen zur Entstehung der modernen Architektur. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Architekturgeschichte des 20. Jahrhunderts, Bauaufnahme
Tel.: +49 (0)7531 206-199
e-Mail: boyken@htwg-konstanz.de

PROF. CONSTANTIN BOYTSCHIEFF

LEHRGEBIETE: Digitale Medien und Architekturdarstellung. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Einsatz des Computers für die Planung, Integration von Umweltgesichtspunkten in die Planungstools, Erforschung und Entwicklung von Virtual-Reality-Systemen für die Planung, Virtuelle Welten und Interaktionen (3-D-Cave vorhanden). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Virtual-Reality-Systeme, Virtuelle Welten und Interaktionen
Tel.: +49 (0)7531 206-619
e-Mail: boytscheff@htwg-konstanz.de

PROF. CENGIZ DICLELI

LEHRGEBIETE: Tragkonstruktionen. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Geschichte des Ingenieurbaus. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Tragwerksentwurf
Tel.: +49 (0)7531 206-180
e-Mail: dicleli@htwg-konstanz.de

PROF. BERND JAHNKE

LEHRGEBIETE: Grundlagen Kommunikations-Design, Corporate Communication, Marketing, Diplombetreuung. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Corporate Communication. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Corporate Design, Corporate Communication, Analyse und Bewertung von Kommunikationsmitteln und -medien, Messe- und Ausstellungswesen, Orientierungs- und Leitsysteme, Interaktive Systeme, Virtual Reality
Tel.: +49 (0)7531 206-850
e-Mail: jahnke@htwg-konstanz.de

PROF. KARIN KAISER

LEHRGEBIETE: Kommunikationsdesign, Grundlagen der Gestaltung, Typografie und mehrdimensionale Typografie, Editorial Design, Betreuung des Kompetenzschwerpunktes ‚Wissen und Bildung‘ im Masterstudiengang Kommunikationsdesign. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Beiträge des Kommunikationsdesign zur Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion, Interdisziplinäre Entwürfe, Informationsarchitekturen und Möglichkeiten der Visualisierung
Tel.: +49 (0)7531 206-854
e-Mail: karin.kaiser@htwg-konstanz.de

PROF. JOSEF LENZ

LEHRGEBIETE: Entwerfen (besonders Wohnungsbau, Museen), Baukonstruktion (besonders Niedrigenergiebauweise, Passivhaus-Standards). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Passivhaus-Entwicklung, Solartechnik, Ausstellungsdesign, Museumskonzepte
Tel.: +49 (0)7531 206-188
e-Mail: jos.lenz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ROLF NEDDERMANN

LEHRGEBIETE: Baumanagement mit den Bereichen: Bauwirtschaft, Baubetrieb und -durchführung, Baukonstruktion **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Baukostenplanung, kostengünstiger Wohnungsbau, Kostenplanung im Altbaubereich, Kosten- und Leistungsrechnung für Architekten und Ingenieure, Fachveröffentlichungen, Fortbildungen
Tel.: +49 (0)7531 206-688
e-Mail: nedderma@htwg-konstanz.de

PROF. STEPHAN ROMERO

LEHRGEBIETE: Entwurf, Darstellung, Gestaltung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Gebäudeplanung, Stadtplanung, Objektplanung nach HOAI (alle Leistungsphasen)
Tel.: +49 (0)7531 206-196
e-Mail: romero@htwg-konstanz.de

PROF. LEONHARD SCHENK

LEHRGEBIETE: Städtebau und Entwerfen. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Nachhaltigkeit im Städtebau, besonders: Innenentwicklung, Brachflächenrecycling (Reduzierung der Flächeninanspruchnahme); Alternative Wohnformen, z.B. Baugemeinschaftsmodelle; Zukunft der Bürgerstadt. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Stadtplanung (Auszeichnung: Deutscher Städtebaupreis 2001), Wohnungsbau, Landschaftsplanung
Tel.: +49 (0)7531 206-183
e-Mail: leonhard.schenk@htwg-konstanz.de

PROF. HORST TEPPERT

LEHRGEBIETE: Entwerfen und Baukonstruktion. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Entwurfskonzepte für alle Gebäudetypologien, Konstruktion und Detail, Realisierung von Bauten. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Kommunale Bauten (Schulen, Rathäuser, Bürgerhäuser, Frei- und Hallenbäder, Kirchliche Bauten), Bauten für die Industrie (Verwaltungsbauten und gewerbliche Bauten)
Tel.: +49 (0)7531 206-195
e-Mail: teppert@htwg-konstanz.de



BAUINGENIEURWESEN

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Francke

LEHRGEBIETE: Stahlbau, Verbundbau und Ingenieurholzbau. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Brandschutztechnische Bemessung, Verbundbau, Stahlbau, Ingenieurholzbau, Stabilitätsprobleme (Biegedrillknicken, Plattenbeulen), Gesamtstabilität, Traglastuntersuchungen, statische und dynamische lineare und nicht lineare Bemessung, Schockbelastungen, Virtuelle Experimente und Simulation in der Lehre. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Brandschutztechnische Bemessung im Verbundbau, Industriehallen und Geschossbauten aus Holz, Stahl und Stahl-Beton-Verbund, Parkhäuser aus Stahl-Beton-Verbund, Nicht lineare Berechnungen (Gesamtstabilität, Biegedrillknicken, Plattenbeulen), Transiente Einwirkungen
Tel.: +49 (0)7531 206-217
e-Mail: francke@htwg-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Hirschmann

LEHRGEBIETE: Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hydromechanik/Hydraulik, Ökologie und Raumplanung, Geo-Informationssysteme (GIS). **FORSCHUNGSGEBIETE:** Ökologischer Gewässerausbau, Retention, Strömung in Gewässern und Rohrleitungen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Wasserwirtschaftliche Planung, Ökologischer Gewässerausbau, Wasser- und Baurecht einschl. Genehmigungsverfahren, Raumplanung, Hydraulik
Tel.: +49 (0)7531 206-219
e-Mail: hirschma@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Bernd Jödicke

LEHRGEBIETE: Physik, Lichttechnik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Lichttechnik / Beleuchtung (Tageslicht, Licht und Mensch, Messung von Licht). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Lichttechnik / Beleuchtung, Wärmeübertragungsmessung
Tel.: +49 (0)7531 206-345
e-Mail: joedicke@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Klaus-Peter Messmer

LEHRGEBIETE: Technische Mechanik, Baustatik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalentragswerken. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalentragswerken
Tel.: +49 (0)7531 206-207, -212
e-Mail: messmerk@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Wolfgang Reitmeier

LEHRGEBIETE: Geotechnik (Grundbau, Bodenmechanik). **FORSCHUNGSGEBIETE:** Untergrundverbesserung mit Stabilisierungssäulen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Aufstehende und -schwimmende Gründungen in weichen Böden, Vermessung, Ausführung, Qualitätssicherung
Tel.: +49 (0)7531 206-224

Prof. Dr.-Ing. Sylvia Stürmer

LEHRGEBIETE: Baustofftechnologie/Bauchemie, Bauphysik, Bauwerkserhaltung/Bauschadensanalyse/Denkmalpflege, Darstellende Geometrie. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Untersuchung und Bewertung mineralischer Baustoffe (auch historische Baustoffe), Baustoffe und Verfahren in der Bausanierung bzw. im Bautenschutz
Tel.: +49 (0)7531 206-225
e-Mail: stuermer@htwg-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle

LEHRGEBIETE: Baustatik und Baudynamik, Bauinformatik
Forschungsgebiete: Finite-Element-Methode in der Tragwerksplanung, Bauwerks- und Bodendynamik, Engineering Desktop Systeme in der Tragwerksplanung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Finite-Element-Berechnungen, Baudynamische Berechnungen, Erdbebensicheres Bauen
Tel.: +49 (0)7531 206-211, -212
e-Mail: werkle@htwg-konstanz.de

Prof. Franz A. Zahn, Ph.D.

LEHRGEBIETE: Stahlbetonbau, Spannbetonbau, Betontechnologie
Forschungsgebiete: Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken
Tel.: +49 (0)7531 206-216
e-Mail: fzahn@htwg-konstanz.de

Prof. Eberhart Zoller

LEHRGEBIETE: Baubetrieb, Bauvertragswesen, Kalkulation, Projektsteuerung. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Schalungssysteme im Baubetrieb, Patent zur Betonverschalung, Rationalisierung in der Bauwirtschaft, Auslandsbau. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Bauprojektplanung, Bauprojektsteuerung, Bauprojektkontrollen, Bauschadensanalysen, Baugutachten, Bauvorlageberechtigung, Ausbildungsberechtigung, Ausführungsberechtigung von statischen und konstruktiven Unterlagen
Tel.: +49 (0)7531 206-221
e-Mail: zoller@htwg-konstanz.de

ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Thomas Birkhölzer

LEHRGEBIETE: Mathematik, Informatik, Software Engineering. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Entwurfsmuster für objektorientierte Software, Architektur von vernetzten IT-Systemen (speziell im Gesundheitswesen), wahrscheinlichkeitsbasierte Modellierung von Wissen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** IT Architektur (Entwurf z.B. UML und Umsetzung), Prozessmodellierung, Software-Management, Innovations-Management, Medizintechnik und IT-Systeme für das Gesundheitswesen, Entwurf von wahrscheinlichkeitsbasierten Diagnosesystemen
Tel.: +49 (0)7531 206-239
e-Mail: thomas.birkhoelzer@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Wilhelm Fromm

LEHRGEBIETE: Prozessautomatisierung, Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Schutz- und Stationsleittechnik, Programmieren. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Schutz- und Stationsleittechnik (Automatisierung in Schaltanlagen). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Schutz- und Stationsleittechnik (Automatisierung in Schaltanlagen)
Tel.: +49 (0)7531 206-368
e-Mail: fromm@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Manfred Gekeler

LEHRGEBIETE: Leistungselektronik, Elektrische Antriebstechnik, Energiewandlung. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Leistungselektronik, Power Factor Correction (PFC), Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Leistungselektronik, Power Factor Correction (PFC), Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control, Stromrichter, Frequenzumrichter, Stromversorgungen, Schaltnetzteile (SMPS), Permanentmagnet-Motoren
Tel.: +49 (0)7531 206-220, -258
e-Mail: gekeler@htwg-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Matthias Gollor

LEHRGEBIETE: Raumfahrt Elektronik, Elektronik, Hochspannungstechnik, Projektmanagement, Elektrotechnik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Elektronische Systeme für Raumfahrtanwendungen, Hochspannungs- und Hochleistungssysteme (insbesondere auch für Raumfahrt). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Elektronik und Systeme der Raumfahrt, Hochspannungsimpulstechnik
Tel.: +49 (0)7531 206-271
e-Mail: gollor@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Werner Kleinhempel

LEHRGEBIETE: Signalverarbeitung, Simulation, Rechnergestützter Schaltungsentwurf. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Entwurf, Konzeption und Simulation von nachrichtentechnischen Systemen, Entwicklung

von Verfahren der digitalen Signalverarbeitung (Filteralgorithmen, Verfahren zur Spektralanalyse, Multiraten-Signalverarbeitung), Entwurf und Realisierung digitaler Filter. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Entwurf, Konzeption und Realisierung der digitalen Signalverarbeitungskomponenten von Funksystemen und von Radarsystemen
Tel.: +49 (0)7531 206-260
e-Mail: wkl@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Robert Kremer

LEHRGEBIETE: Analoge Signalverarbeitung, Hochfrequenztechnik, Mikrowellentechnik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** HF-Sensorik, Antennen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Kurzbereichsfunk, RADAR-Technik, Mikrowellen-Schattungstechnik, Mikrowellen-Messtechnik
Tel.: +49 (0)7531 206-269
e-Mail: kremer@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Richard Leiner

LEHRGEBIETE: Mikrocontroller, CAE (analog). **FORSCHUNGSGEBIETE:** Steuerung, Regelung über Internet, „Virtuelle Labors“, Fernlehre, Telematik. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** CAE (analog), Filterentwicklung (analog), Steuerung, Regelung mit Mikrocontroller, „Virtuelle Labors“
Tel.: +49 (0)7531 206-244
e-Mail: leiner@htwg-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Christian Schaffrin

LEHRGEBIETE: Werkstoffe der Elektrotechnik, Elektrische Messtechnik, Erneuerbare Energiesysteme. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Multivalente Energiesysteme zur Strom- und Wärmeversorgung, Optimierung der Betriebsführung (Energiemanagement), Integrale Systemplanung für die Energieversorgung (Integration nachhaltiger Energieträger), Betriebswirtschaftliche Systemoptimierung, Solarantriebe für Wasserfahrzeuge. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Solar elektrisch angetriebene Wasserfahrzeuge, Multivalente Energieversorgungsanlagen (Strom und Wärme), Energiemanagement in Energieversorgungsanlagen, Wirtschaftlichkeitsberechnung für Energieversorgungsanlagen, Entwicklung von Simulationssoftware für Energiesysteme
Tel.: +49 (0)7531 206-240, -248
e-Mail: schaffrin@htwg-konstanz.de

Prof. Dr. Wolfgang Skupin

LEHRGEBIETE: Kommunikationstechnik, Mobilfunk, Mobilkommunikation, CDMA-Technik, GPS. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Wireless LANs, Mobiler Datenfunk, Verkehrsbelastungsszenarien (Kommunikationsverkehr). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Navigation/ Funknavigation/ SATNAV, CDMA-Systeme, Wireless LANs
Tel.: +49 (0)7531 206-257
e-Mail: skupin@htwg-konstanz.de

PROF. DR. GUNTER VOIGT

LEHRGEBIETE: Hochspannungstechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Energieübertragung und -verteilung, Messtechnik
Forschungsgebiete: Optimierung von Isolationssystemen, Methoden der Hochspannungsprüf- und messtechnik. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Untersuchung von Isolationssystemen, Hochspannungsprüf- und messtechnik
Tel.: +49 (0)7531 206-510, -112
e-Mail: gvoigt@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KLAUS WEIGELT

LEHRGEBIETE: Elektrische Maschinen, Kraftwerkstechnik. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Entwicklung von Spezialmaschinen, Sondermaschinen, Kraftwerksgeneratoren, Schaden- und Fehleranalysen, FE-Berechnungen (mechanisch, thermisch, magnetisch, elektrisch), Entwicklung von Anlagenmonitoringsystemen
Tel.: +49 (0)7531 206-245
e-Mail: weigelt@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ROLAND WEISCHEDEL

LEHRGEBIETE: Regelungstechnik, Sensoren und Aktoren. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Analyse, Identifikation und Simulation dynamischer Systeme, Fuzzy-Regelung
Tel.: +49 (0)7531 206-266
e-Mail: weischedel@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WERNER WOLFF

LEHRGEBIETE: Grundlagen der Elektrotechnik, Übertragungstechnik, Datenübertragung, Optische Nachrichtensysteme
Tel.: +49 (0)7531 206-270
e-Mail: wolff@htwg-konstanz.de



INFORMATIK

PROF. DR. OLIVER BITTEL

LEHRGEBIETE: Programmierertechnik, Algorithmen und Datenstrukturen, KI-Programmierung, Neuronale Netze und Fuzzy Logic, Robotik. **FORSCHUNGSGBEITE:** Neuronale Netze und Fuzzy Logic, Mobile autonome Roboter. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Neuronale Netze und Fuzzy Logic, Mobile autonome Roboter, insbesondere Einsatz von neuronalen Netzen und Fuzzy Logic in Navigationssystemen (GPS, Loran-C)
Tel.: +49 (0)7531 206-626
e-Mail: bittel@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HEIKO VON DRACHENFELS

LEHRGEBIETE: Software-Entwicklung, Programmierertechnik (mit C++), Objektorientierte Systementwicklung (mit C++, Java, UML). **FORSCHUNGSGBEITE:** Produktivitätssteigerung in der Software-Entwicklung durch Standard-Architekturen und Entwurfsmuster, Software-Generierung, Fachsprachen, objektorientierte Renovierung von Altlasten. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** verteilte Systeme, Software-Architektur, Software-Engineering, 10 Jahre Praxiserfahrung damit in der Postautomatisierung
Tel.: +49 (0)531 206-643
e-Mail: drachenfels@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WILHELM ERBEN

LEHRGEBIETE: Statistik, Logisches Programmieren, Genetische Algorithmen, Data Mining. **FORSCHUNGSGBEITE:** (Meta-)Heuristiken für Optimierungsaufgaben, Evolutionäre Algorithmen
Spezielles Fachwissen: (Meta-)Heuristiken für Optimierungsaufgaben, Evolutionäre Algorithmen
Tel.: +49 (0)7531 206-507
e-Mail: erben@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HABIL. JÜRGEN GARLOFF

LEHRGEBIETE: Analysis, Numerische Mathematik
Forschungsgebiete: Globale Optimierung, Wissenschaftliches Rechnen mit automatischer Ergebnisverifikation, Matrix-Analysis, Numerische Lineare Algebra, Robuste Stabilität. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Rundungsfehlerkontrolle, Matrix-Analysis, Robuste Regelung, Polynomiale Gleichungs- und Ungleichungssysteme, restringierte globale Optimierung
Tel.: +49 (0)7531 206-597, -627
e-Mail: garloff@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MICHAEL GRÜTZ

LEHRGEBIETE: Betriebliche Systemanalyse / Systemplanung, Betriebliche Systemforschung / Operations Research / Logistik, Informationssysteme öffentlicher Betriebe (Krankenhaus-Informationssys-

teme) basierend auf einem Planspiel, Informationsmanagement, Projektmanagement. **FORSCHUNGSGBEITE:** Entwicklung EDV-gestützter Optimierungsmethoden und -modelle (Operations Research, Expertensysteme, Simulation), im besonderen im Bereich Personaleinsatzplanung, Decision Support Systeme im Bereich Gesundheitsökonomie / Krankenhauswesen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Entwicklung einer rechnergestützten Lösung zur intelligenten Einsatzplanung für Auszubildende, Trainees und Praktikanten (Versetzungsplanung), Entwicklung eines Programmpakets zur rechnergestützten Auswahl und Verwaltung von Bewerbern für Arbeitsplätze, Systemanalyse in einem mittelständischen Betrieb zur Automatisierung von Beschichtungsanlagen
Tel.: +49 (0)7531 206-398, -502
e-Mail: gruetz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KLAUS HAGER

LEHRGEBIETE: Software-Entwicklung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Objektorientiertes Programmieren mit C++
Tel.: +49 (0)7531 206-150
e-Mail: hager@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ULRICH HEDTSTÜCK

LEHRGEBIETE: Simulation, Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik, Künstliche Intelligenz. **FORSCHUNGSGBEITE:** Simulation (Simulationssoftware für ereignisorientierte Simulationen, Virtual-Reality-Simulationen), Natural Language Processing. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Ereignisorientierte Simulation, Virtual-Reality-Systeme, Natural Language Processing, Expertensysteme
Tel.: +49 (0)7531 206-508
e-Mail: hdstueck@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RALF LEIBSCHER

LEHRGEBIETE: Rechner- und Systemarchitektur, Betriebssysteme, Rechnernetze, Verteilte Systeme. **FORSCHUNGSGBEITE:** Verteilte Systeme, Internet-Anwendungen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** CORBA, Enterprise Java Beans, SAP-SW-Technologie (BAPIs, SAP-Internet-Anwendungen, ALE)
Tel.: +49 (0)7531 206-657
e-Mail: leibsch@htwg-konstanz.de

PROF. DR. REINER MARTIN

LEHRGEBIETE: IT-Projektmanagement und Teamarbeit, Produktionslogistik (PPS). **FORSCHUNGSGBEITE:** Einführung und Nutzung unternehmensweiter Informationssysteme (ERP-Systeme). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** IT-Projektmanagement und Teamarbeit, Produktionslogistik (PPS)
Tel.: +49 (0)7531 206-509
e-Mail: martin@htwg-konstanz.de



Isolieren,
Verbinden und
Schützen
in Nieder- oder
Mittelspannung
mit innovativen,
vollständigen
Systemlösungen:
Von hochwertigen
Produkten
über kompetente
Beratung
bis hin zu
anspruchsvollen
Schulungen –
wir bieten mehr!

Systems For Professionals

CELLPACK
Electrical Products

a BBC GROUP company

PROF. DR. JÜRGEN NEUSCHWANDER

LEHRGEBIETE: Integriertes Netz- und System-Management, Rechnersysteme, Sicherheit in der Informationstechnik, Digitaltechnik. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Netzwerk-Management von Kommunikationsnetzen, Entwurf digitaler Steuerungen (einschl. Mikroprozessoren), Informationstechnische Sicherheit (Sicherheit beim E-Commerce), Projekt-Management (Methoden und Durchführung)
Tel.: +49 (0)7531 206-648
e-Mail: juergen.neuschwander@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HANS ALBRECHT SCHMID

LEHRGEBIETE: Software-Engineering, objektorientiertes Software-Engineering, Benutzeroberflächen, Realzeitsysteme. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Komponentenarchitekturen, Frameworks und Entwurfsmuster für verteilte technische und Business-Softwaresysteme, Web-Anwendungen für E-Business. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Komponentenarchitekturen, Frameworks und Entwurfsmuster für verteilte technische und Business-Softwaresysteme, Web-Anwendungen für E-Business
Tel.: +49 (0)7531 206-631
e-Mail: schmidha@htwg-konstanz.de

PROF. DR. GERT VOLAND

LEHRGEBIETE: Digitaltechnik, Digitale Schaltungsentwicklung, Elektronik, ASIC-Designmethodik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Designmethodik digitaler, analoger und gemischter integrierter Schaltungen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Entwurf FPGA basierter Schaltungen, Entwurf integrierter Schaltungen, Simulationssoftware für digitale, analoge und gemischte Systeme; Hochsprachen basierte Design Flows; Co-Autor: Handbuch der Electronic Design Automation, Hanser, 2001
Tel.: +49 (0)7531 206-644
e-Mail: voland@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. JÜRGEN WÄSCH

LEHRGEBIETE: E-Business Technologien und Anwendungen, Internet-Technologien/XML, Datenbanksysteme, Verteilte Systeme/Rechner- und Systemarchitekturen. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Effizientes E-Business für kleine und mittelständische Unternehmen, Service-orientierte Architekturen und Webservice Technologien für unternehmensübergreifendes Geschäftsprozessmanagement und

-optimierung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** E-Business-Standards und -Systeme, Business-to-Business Integration, ERP-Integration/ EAI; Web-Technologien, XML & Co., Internet-Standards; Produktdatenmanagement, Produktklassifikation, Elektronische Produktkataloge, Cross-Media Publishing; Verschiedenste Datenbank-Systeme, -Technologien und -Anwendungen
Tel.: +49 (0)7531 206-502
e-Mail: waesch@htwg-konstanz.de

MASCHINENBAU

PROF. HANS-PETER BLANK

LEHRGEBIETE: Mathematik, Qualitätsmanagement. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Qualitätsmanagement (Einführung von QM-Systemen, EFQM-Modell / Malcolm-Baldrige-Assessment u.a., Werkzeuge wie DOE / FMEA+FTA / QFD u.a., Q-Richtlinien in der EU, z.B. Maschinenrichtlinie u.a.m.). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Systemanalysen zur Automatisierungstechnik, Vorbereitung von Zertifizierungen
Tel.: +49 (0)7531 206-288
e-Mail: blank@htwg-konstanz.de

PROF. DR. PETER BLOHM

LEHRGEBIETE: Konstruktionslehre. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Anlagenbau, Walzwerkstechnik, Maschinenelemente. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Blechbearbeitung, Blechschneiden, Anlagenbau
Tel.: +49 (0)7531 206-560
e-Mail: blohm@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. MARTIN DOMM

LEHRGEBIETE: Mathematik, Rechnungswesen / Kostenrechnung für Ingenieure, Produktivitätsmanagement, Automatisierungstechnik
Forschungsgebiete: Produktionsrestrukturierung, Gruppenarbeit, KVP-Prozesse, Robotertechnik, Handhabungstechnik, Bildverarbeitung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Produktionsrestrukturierung, Gruppenarbeit, KVP-Prozesse; Robotertechnik, Handhabungstechnik, Bildverarbeitung, Produktionsmanagement
Tel.: +49 (0)7531 206-277
e-Mail: domm@htwg-konstanz.de

Alcatel Dunkermotoren spielt eine führende Rolle in der Antriebstechnik im Leistungsbereich bis 500 Watt. Wir offerieren Antriebslösungen höchster Qualität, flexibel, wirtschaftlich und robust im Gebrauch, für nahezu jede vom Kunden gewünschte Anwendung.

Dunkermotoren hat schon vor Jahrzehnten erkannt, dass Schlüsseltechnologien und Produktinnovationen ausschlaggebend für ein stetiges und gesundes Wachstum sind. Mit den Technologien der nächsten Generation beschäftigen wir uns bereits heute in unserer Entwicklungsabteilung.

Unseren konstant hohen Qualitätsstandard erreichen wir durch den Einsatz modernster, hochautomatisierter Fertigungsstrecken und ein ausgeklügeltes Qualitätsmanagementsystem.

Wenn Sie gemeinsam mit uns eine vielversprechende Zukunft gestalten möchten, setzen Sie sich doch einfach mit uns in Verbindung.

Für qualifizierte und interessierte Studenten und Absolventen der Ingenieurwissenschaften bieten sich im Rahmen von Praktika und Diplomarbeiten oder als Einstieg in das Berufsleben eine Reihe von Möglichkeiten in unserem Haus.



Alcatel SEL AG · Components Division Dunkermotoren · Allmendstraße 11 · D-79848 Bonndorf/Schwarzwald
www.dunkermotoren.de · info@dunkermotoren.de · Telefon +49 (0) 7703 930-0 · Fax -210/212

PROF. DR. KLAUS-DIETER DURST

LEHRGEBIETE: Messtechnik, Sensorik, Fertigungsmesstechnik, Physik. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Sensortechnik, Akustik, exp. mechan. Spannungsanalyse (DMS-Technik), Messsignalerfassung, Signalanalyse, Programmierung von Messtechnik-Applikationen, Kalibriertechnik, Messstatistik, 3D-Koordinatenmesstechnik, interferometrische Messtechnik (Oberflächenmesstechnik)
Tel.: +49 (0)7531 206-344
e-Mail: durst@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. LUDWIG EICHER

LEHRGEBIETE: Thermodynamik, Wärmeübertragung, Strömungslehre. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Klimatechnik, insbesondere Luftentfeuchtung und Wassermanagement, Thermalanalyse, Systems-Engineering im Raumfahrtbereich
Tel.: +49 (0)7531 206-282
e-Mail: eicher@htwg-konstanz.de

PROF. DR. SASCHA GÖTTE

LEHRGEBIETE: Unternehmensführung und Marketing. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Strategisches Management und Marktorientierte Unternehmensführung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Telekommunikation und Luftfahrt
Tel.: +49 (0)7531 206-719
e-Mail: goette@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. PAUL GÜMPEL

LEHRGEBIETE: Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung, Korrosion und Oberflächentechnik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Mikrobiell induzierte

Korrosion, Formgedächtnislegierungen, Korrosionsverhalten von NIRO-Stahl, Leistungsverhalten von Werkzeugen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Korrosionsverhalten von Stählen, Nichtrostende Stähle, Werkzeugwerkstoffe, Verschleißverhalten von Werkstoffen
Tel.: +49 (0)7531 206-316
e-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WERNER HOFACKER

LEHRGEBIETE: Thermische Verfahrenstechnik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Energietechnik (rationelle Energieverwendung, erneuerbare Energien). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Energietechnik (rationelle Energieverwendung, erneuerbare Energien), numerische Thermodynamik, Simulationstechnik, thermische Stofftrennung
Tel.: +49 (0)7531 206-593
e-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

PROF. DR. PETER KUCHAR

LEHRGEBIETE: Technische Mechanik, Konstruktionslehre. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Kommunalmaschinen, Fahrzeugbau, Zwei- und Dreiradfahrzeuge, Fahrradprüfungen und Fahrradkomponenten-Prüfungen nach DIN 79100-2. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Kommunalmaschinen, Fahrzeugbau, Zwei- und Dreiradfahrzeuge, Fahrradprüfungen und Fahrradkomponenten-Prüfungen nach DIN 79100-2
Tel.: +49 (0)7531 206-321
e-Mail: kuchar@htwg-konstanz.de

PROF. DR. BURKHARD LEGE

LEHRGEBIETE: Konstruktionslehre, Maschinenelemente, CAD. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Schienenfahrzeugtechnik (im Aufbau). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Schienenfahrzeugtechnik, Automatisierung von Schienenfahrzeugen, Lokomotivbau, Fahrwerkberechnung, internationale Zulassungsanforderungen für Schienenfahrzeuge
Tel.: +49 (0)7531 206-309
e-Mail: lege@htwg-konstanz.de

PROF. DR. CHRISTIAN LIESS

LEHRGEBIETE: Strömungslehre, Strömungsmaschinen (inkompressibel). **FORSCHUNGSGEBIETE:** Strömungsprobleme (experimentell und CFD-Simulation), Nachlaufwirbel, Ventilatorentwicklung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Strömungsangeregte Schwingungen, Wasserturbinen, Pumpen, Radialventilatoren
Tel.: +49 (0)7531 206-229
e-Mail: liess@htwg-konstanz.de

PROF. DR. CARSTEN MANZ

LEHRGEBIETE: Unternehmensführung, Projektmanagement, Industriegütermarketing, Werkstofftechnik (Kunststoffe). **FORSCHUNGSGEBIETE:** Strategisches Management, Innovationsmanagement, Technologiemanagement, Faserverbundwerkstoffe. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Projektmanagement, Unternehmensführung, Lasermaterialbearbeitung (Reinigen, Abtragen), Faserverbundtechnologie
Tel.: +49 (0)7531 206-292
e-Mail: manz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ROLAND NÄGELE

LEHRGEBIETE: Steuerungstechnik, Regelungstechnik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Strukturierte SPS-Programmierung, PC-based control (Soft-SPS), Prüfstandsautomatisierung, Frequenzmessungen und Modellierung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Zustandsbeobachter, Model-based fault detection, Optimierung der Zuverlässigkeit (dependability), Elektronische Schaltungen, Komplexe Messdaten-Analyse, z.B. Sprungdetektion
Tel.: +49 (0)7531 206-290, -276
e-Mail: roland.naegele@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. ANTONIUS SAX

LEHRGEBIETE: Konstruktion / Konstruktionslehre, Werkzeugmaschinen. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Verzahnungen / Getriebe
Tel.: +49 (0)7531 206-279
e-Mail: sax@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. KLAUS SCHREINER

LEHRGEBIETE: Verbrennungsmotoren, Kraft- und Arbeitsmaschinen, Mathematik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Biodiesel auf dem Bodensee, Gasmotoren auf dem Bodensee, Motordiagnose, Motorsimulation. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Motorsimulation, Motordiagnose, Verbrennungsentwicklung, Common-Rail
Tel.: +49 (0)7531 206-307
e-Mail: schreiner@htwg-konstanz.de

PROF. PHILIPP STEIBLER

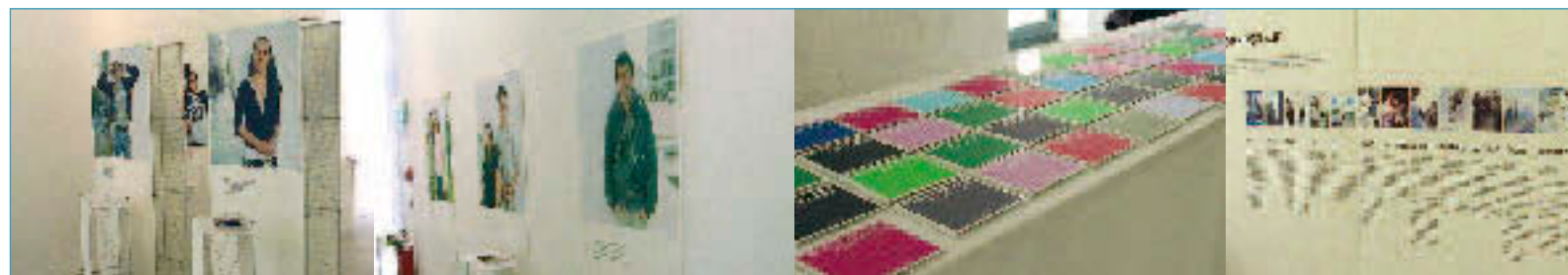
LEHRGEBIETE: Technische Mechanik, Finite-Element-Methoden (FEM), Karosserietechnik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Finite-Element-Methoden. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Implementierung und Anwendung von Finite-Element-Methoden, Mathematische und bionische Strukturoptimierung
Tel.: +49 (0)7531 206-727
e-Mail: steibler@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. DIETER SCHWECHTEN

LEHRGEBIETE: Mechanische Verfahrenstechnik, Abluftreinigung, Strömungslehre, Mehrphasenströmungen, Konstruktion von Apparaten der Pharma und Lebensmitteltechnik, Methoden der Verfahrenstechnik. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Feststoffverfahrenstechnik, insbesondere Mahlen und Sichten; Herstellung und Veredelung feinsten Partikel, Online-Partikelmesstechnik und Probenahme Sortiertechnik, Aufbereitung und Recycling, Konstruktion verfahrenstechnischer Apparate, CAD
Tel.: +49 (0)7531 206-535
e-Mail: schwechten@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. ANDREAS WILLIGE

LEHRGEBIETE: Fertigungstechnik, Werkstofftechnik, Oberflächentechnik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Schweißtechnik, Umformtechnik, Gießereitechnik, Oberflächentechnik. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Schweißtechnik (Schweißfachingenieur und Europäischer Schweißfachingenieur), Umformtechnik, Gießereitechnik, Oberflächentechnik, Schadensanalyse (Sachverständiger)
Tel.: +49 (0)7531 206-283
e-Mail: willige@htwg-konstanz.de



WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN

PROF. DR. JUR. RAINER BAKKER

LEHRGEBIETE: Wirtschafts- und Gesellschaftsrecht, EU-Recht, Rechtsvergleichung, Konfliktmanagement / Alternative Dispute Resolution (ADR), Gewerblicher Rechtsschutz / Intellectual Property inklusive Medien- und Urheberrecht. **FORSCHUNGSGEBIETE:** ADR (Einsatz der Mediation und ähnlicher Verfahren im Wirtschaftsrecht), Internationale Zuliefererverträge und Kooperationsverträge (F&E). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Gestaltung internationaler Zuliefererverträge, Alternative Streitbeilegung, Rechtsfragen des e-commerce
Tel.: +49 (0)7531 206-426
e-Mail: bakker@htwg-konstanz.de

PROF. DR. JOCHEN BENZ

LEHRGEBIETE: Logistik (insbes. Materialwirtschaft, Produktion, Simulation in der Logistik, IT-Systeme), Wirtschaftsinformatik, Allgemeine BWL. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Management Informationssysteme und Business Intelligence. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Management Informationssysteme und Business Intelligence, Simulation in der Logistik
Tel.: +49 (0)7531 206-125
e-Mail: benz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RER. POL. JÖRG BEUTEL

LEHRGEBIETE: Volkswirtschaftslehre (Mikroökonomie, Makroökonomie), Umweltwissenschaften (Environmental economics), Empirische Wirtschaftsforschung (DV-Anwendungen). **FORSCHUNGSGEBIETE:** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (National Accounts), Input-Output-Analyse (Input-Output-Analysis), Europäische Regionalpolitik (Structural Policies), Entwicklungsplanung (Development Planning). **SPEZIELLES FACHWISSEN:** National Accounts (Supply and use matrices, input-output-tables, capital stock data - Eurostat), European Structural Policies (Evaluierung der Europäischen Regionalpolitik - European Commission), Development Planning (Planungsministerium Saudi-Arabien)
Tel.: +49 (0)7531 206-251
e-Mail: beutel@htwg-konstanz.de

PROF. PETER L. FRANKLIN

LEHRGEBIETE: Courses on Intercultural Business and Management Communication, Current Research on Intercultural Business and Management Communication, Business Negotiation, Business Presentations, Business Writing, Business Terminology. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Curriculum and media development in intercultural business and management communication, Cross-cultural management and marketing communication, Language teaching
Tel.: +49 (0)7531 206-396
e-Mail: franklin@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MICHAEL HADAMITZKY

LEHRGEBIETE: Logistik, Supply Chain Management, Produktion. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Supply Chain Management in der Automobilindustrie, Einkaufsstrategien im Mittelstand, FuE-Benchmarking im Maschinen- und Anlagebau. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Logistik, Fertigungsoptimierung, Einkauf, Fabrikplanung, Restrukturierung, Innovationsmanagement
Tel.: +49 (0)7531 206-341
e-Mail: michael.hadamitzky@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KONSTANTIN HASSEMER

LEHRGEBIETE: Internationales Management, Supply Chain Management, Strategie und Kultur. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Strategie und Kultur, Supply Chain Management in developing economies. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Internationales Marketing, Beschaffungsmanagement
Tel.: +49 (0)7531 206-331
e-Mail: hassemer@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KLAUS KOHLÖFFEL

LEHRGEBIETE: Strategische Planung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Strategisches Management, Internationale Strategieentwicklung, Coaching von Führungskräften
Tel.: +49 (0)7531 206-407
e-Mail: kohl@htwg-konstanz.de

PROF. CHRISTIAN KREKELER

LEHRGEBIETE: Deutsch als Fremdsprache, Fachsprache der Wirtschaft für Studierende des Studienkollegs. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Fremdsprachenunterricht, Computereinsatz im Fremdsprachenunterricht, Sprachtests. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Lehrerfortbildungen in der Moderationsmethode
Tel.: +49 (0)7531 206-395
e-Mail: krekeler@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ARTHUR KRÖNER

LEHRGEBIETE: Buchführung und Jahresabschluss, Kosten- und Leistungsrechnung, Allgemeine bzw. Grundlagen der BWL, Existenzgründung, Controlling, Unternehmenskrisen. **FORSCHUNGSGEBIETE:**

Unternehmensgründung, Kostenrechnung, (Prozesskostenrechnung), Zielsysteme. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Total Quality Management, Gastronomie
Tel.: +49 (0)7531 206-550
e-Mail: akroener@htwg-konstanz.de

PROF. DR. BERND RICHTER

LEHRGEBIETE: Allgemeine BWL, Organisation und Führung, Kommunikation. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Führung, Personal, Kommunikation
Tel.: +49 (0)7531 206-333
e-Mail: bwl@htwg-konstanz.de

PROF. DR. JAN-DIRK ROSCHE

LEHRGEBIETE: Veranstaltungen im Themenbereich Personal, Organisation, Führung, Projekt-, Team- und Selbst-Management, Inhouse- und Outdoor-Veranstaltungen. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Unternehmerisch orientierte Humancapital-, Leadership- und Organisationsentwicklung und -beratung, Orientierungs-/Assessment-Center, Life- und Work-Planung, Coaching. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Tätigkeiten und Führungsaufgaben in international tätigen Konzernen der Chemie- und Automobilindustrie im klassischen Human Resources Management, Personalmarketing sowie innovativer und strategischer Personal- und Organisationsentwicklung, Beratungs- und Trainingserfahrung in Profit- und Non-Profit-Organisationen, Zusatzausbildungen in systemischer und gestaltpsychologischer Beratung und im Career Development
Tel.: +49 (0)7531 206-403
e-Mail: rosche@htwg-konstanz.de

PROF. DR. EDMUND SCHIFFELS

LEHRGEBIETE: Internationales Management, Controlling/Logistikcontrolling. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Unternehmensführung im internationalen Konzern, Finanzwesen/Controlling (Logistik), Sanierungsprojekte in kleinen Unternehmen
Tel.: +49 (0)7531 206-338
e-Mail: schiffel@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WERNER VOLZ

LEHRGEBIETE: Allgemeine BWL, insbesondere Finanzierung und Betriebswirtschaftliche Steuerlehre; Betreuer des Arbeitskreises „Unternehmensrechnung und Steuern“. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Finanzierung und Steuern, Internationale Rechnungslegung, insbesondere Rechnungslegung nach International Financial Reporting Standards (IFRS), Unternehmensnachfolge und Besteuerung sowie Fragen der grenzüberschreitenden Besteuerung. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Umstellung der Rechnungslegung von Handelsrecht auf International Financial Reporting Standards in mittelständischen Unternehmen, Erarbeitung von Unternehmensnachfolgekonzepten,

ten, Erstellung von Unternehmenswertgutachten, Entwicklung von Wegzugsbesteuerungskonzepten in Niedrigsteuergebiete (CH)
Tel.: +49 (0)7531 206-405
e-Mail: volz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HABIL. JOSEF WIELAND

LEHRGEBIETE: Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Wirtschafts- und Unternehmensethik. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Theorie: (Internationale) Wirtschafts- und Unternehmensethik, Organisation und Werte-Management, Neue Organisationsökonomik/Institutionalistische Theorie der Firma, Angewandte Ethik/Sozialethik, Unternehmenskultur und -kommunikation, Unternehmen und Gesellschaft, Ökonomische Theoriegeschichte; Empirie: International vergleichende Forschung (Deutschland/USA/Russland) zur Entwicklung von Systemen des WerteManagements in Unternehmenskulturen (aktuelle Projekte: Werte in deutsch-russischen und deutsch-chinesischen Unternehmensbeziehungen); Organisatorische Möglichkeiten der praktischen Implementierung und Entwicklung von WerteManagement in der Unternehmenskommunikation und im Integritäts-Management. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Fort- und Weiterbildung: Durchführung von Seminaren zu Unternehmenskultur und WerteManagement für deutsche Unternehmen, Dozent für Unternehmensethik und -kultur der A1-Seminare der Deutschen Gesellschaft für Personalführung (DGfP) sowie des Kontaktstudiums „Management“ und „Master of Business Communication“ der Technischen Akademie Konstanz, Leiter des Ethikforums Euregio Bodensee, der Herbstakademie Wirtschafts- und Unternehmensethik des DNWE, der Sommerakademie Wirtschaftsethik der Evang. Akademie Loccum, des Berliner Kolloquium Ökonomie und Theologie u.a. Consulting: Entwicklung und Implementierung von EthikManagement- und EthikAudit-Systemen in Unternehmen; außerdem Beratung der -Yabloko Fraktion der DUMA, Moskau (Projekt Wirtschaftsethik in Russland); -EU-Kommission, Brüssel (Arbeitsgruppe Education for Democratic Citizenship); -Bund deutscher Arbeitgeber (BDA), Berlin (Arbeitsgruppe Code of Conduct); -Kirchliche Akademie der Lehrerfortbildung, Obermarchtal (Curriculum Wirtschaftsethik für Katholische Freie Schulen in der Diözese Rottenburg-Stuttgart); u.a.
Tel.: +49 (0)7531 206-404
e-Mail: wieland@htwg-konstanz.de

PROF. DR. PHIL. SHARON ZAHARKA

LEHRGEBIETE: Wirtschaftsenglisch, Technisches Englisch, Interkulturelle Kommunikation, Landeskunde USA. **FORSCHUNGSGEBIETE:** Fremdsprachendidaktik: Fachsprache Wirtschaft an Hochschulen; Interkulturelle Kommunikation. **SPEZIELLES FACHWISSEN:** Fachsprache Wirtschaft, Interkulturelle Kommunikation bezogen auf USA
Tel.: +49 (0)7531 206-487
e-Mail: zaharka@htwg-konstanz.de

Materialprüfmaschinen für die statische und dynamische Werkstoffprüfung

w + b



- Hydraulische und elektromechanische Universalprüfmaschinen für die statische Werkstoffprüfung
- Servohydraulische Prüfsysteme für die dynamische Werkstoff- und Bauteilprüfung
- Modernisierungen bestehender Prüfmaschinen
- Prüfzylindersysteme für die Bauteilprüfung
- Statische und dynamische Innendruckprüfstände bis 10'000 bar
- Baustoffprüfmaschinen
- Sonderprüfmaschinen nach Kundenspezifikation
- Wartung und Kalibrierung



walter + bai ag Prüfmaschinen

Industriestrasse 4, CH-8224 Löhningen, Schweiz, Tel. +41 (0)52 687 25 25, Fax +41 (0)52 687 25 20
Email: info@walterbai.com / Internet: http://www.walterbai.com



DIPL.-ING. (FH)
TOBIAS BOES studierte
an der HTWG Konstanz
Maschinenbau, führte
seine Diplomarbeit bei der Firma Bühler
AG im Bereich von Stallelementen aus
FGL durch und arbeitet seit 2005 als wis-
senschaftlicher Mitarbeiter im Labor für
Werkstoffkunde der HTWG Konstanz in
dem Kooperationsprojekt „FG-Marknagel
zur Knochenverlängerung“.



PROF. DR.-ING. DR. H.C.
PAUL GÜMPEL vertritt die
Fachgebiete Werkstoff-
kunde, Werkstoffprüfung
und Oberflächentechnik an der HTWG
Konstanz in Forschung und Lehre.



DIPL.-ING. (FH) JOACHIM
STRITTMATTER arbeitet seit
1994 als wissenschaft-
licher Mitarbeiter im
Labor für Werkstoffkunde an der HTWG
Konstanz in unterschiedlichen FuE-Pro-
jekten auf dem Gebiet der FGL. Seit 2002
ist er zu 50% im Institut für Werkstoffsys-
temtechnik Thurgau an der Hochschule
Konstanz WITg in CH-Tägerwilen im
Bereich intelligenter Werkstoffe tätig.



Armin Walter gründete
im Jahr 1972 die Firma
walter+bai ag, die auf
die Entwicklung und
Herstellung von Sonderprüfsystemen für
die Werkstoffprüfung spezialisiert ist.

1 PROBLEMSTELLUNG UND MOTIVATION

Im Gegensatz zu den meisten Werkstof-
fen werden bei den Formgedächtnislegie-
rungen (FGL) nicht nur die üblichen Werk-
stoffkennwerte sondern auch bestimmte
Systemeigenschaften verlangt, die sich
zusammensetzen aus den Eigenschaften
des Materials und den durch einen Train-
ingsprozess erlernten Eigenschaften. Die
übliche Werkstoffprüfung charakterisiert
somit nicht die für das Gebrauchsverhalten
erforderlichen Kennwerte. Bei dieser Werk-
stoffgruppe muss vielmehr ein Prüfprozess
erfolgen, der die Eigenschaften am fertigen
Bauteil ermittelt. Innerhalb der letzten
Jahre wurden an der Hochschule Konstanz
einige Applikationen von FGL entwickelt [1
bis 8], deren großtechnische Umsetzung
vielfach daran scheitert, dass bislang keine
geeigneten Prüfgeräte für dieses Gebiet
existieren. Neben dem Fehlen von geeig-
neten Prüfgeräten gibt es bisher auch keine
genormten Prüfabläufe. Deshalb soll über
dieses Forschungsprojekt eine universell
einsetzbare Prüfanlage konzipiert und
gebaut werden, die es erlaubt spezifische
Systemkennwerte zu ermitteln. Die dabei
gewonnenen Erfahrungen könnten auch
die Basis für einen genormten Prüfprozess
bilden. Aus diesem Grund wurde eine Zu-
sammenarbeit zwischen einem Hersteller
von FGL und einem Prüfmaschinenherstel-
ler in dem geplanten Vorhaben realisiert.

Eines der größten Hindernisse in der An-
wendung von FGL stellen zurzeit abwei-
chende Eigenschaften bei Lieferungen von
Formgedächtnis-(FG)-Drähten dar. Dies ist
im Wesentlichen darauf zurückzuführen,
dass kein geeignetes – insbesondere kein
genormtes – Prüfverfahren auf dem Markt
existiert. Wie bereits oben ausgeführt han-
delt es sich hier um Systemeigenschaften,
die durch einen Trainingsprozess einge-
stellt werden. Damit ist die Reproduzier-
barkeit von den Kennwerten wesentlich
anfälliger gegenüber Fertigungsschwan-
gungen als bei üblichen Werkstoffen. Ne-

ben spannungs- bzw. dehnungsinduzierten
Vorgängen bereitet bereits die kraftfreie
Messung der Umwandlungs-temperatu-
ren erhebliche Probleme und wird von den
unterschiedlichen Herstellern jeweils an-
ders praktiziert [9]. Da alle FGL in der prak-
tischen Anwendung einer mechanischen
Belastung ausgesetzt sind und eine höhere
Belastung die Umwandlungstemperaturen
hin zu höheren Temperaturen verschiebt
[10], wird das Messen dieser Umwand-
lungstemperaturen zusätzlich erschwert.
Neben der rein mechanischen Belastung
beeinflussen auch die rein thermischen
und thermomechanischen Behandlungen
bei der Herstellung der Formgedächtnis-
metalle das spätere Phasenumwandlungs-
verhalten [11]. Ebenso verhält es sich mit
dem für den praktischen Einsatz wichtigen
„Arbeitsvermögen“ der FGL, das auch von
den beschriebenen Parametern abhängig
ist.

2 ZIELSETZUNG

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens
sollte eine Prüfanlage entwickelt und auf-
gebaut werden, mit deren Hilfe es möglich
ist, an FGL die Phasenumwandlungstem-
peraturen A_s , A_p , M_s und M_f bei Variation der
Parameter Dehnung, Last (Spannung) und
Temperatur zu ermitteln. Diese Prüfanlage
soll für dünne Drähte und auch für Rohre
geeignet sein, um das jeweilige Werkstoff-
verhalten für die im Hause entwickelten
Applikationen an fertig trainierten FG-Ele-
menten prüfen zu können. Auf dem Markt
existiert keine solche Prüfmaschine; mit
einem klassischen Umformdilatometer,
das dieser Prüfaufgabe noch am nächsten
kommt, lassen sich die entsprechenden
Probengeometrien nicht realisieren. Gera-
de die spannungs- bzw. dehnungsinduzier-
ten Martensitumwandlungen sind jedoch
für die o.g. Applikationen von besonderer
Bedeutung und sollten daher unmittelbar
an den FG-Elementen geprüft werden.

¹ Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestal-
tung, D-78462 Konstanz
² WITg – Institut für Werkstoffsystemtechnik Thurgau an
der Fachhochschule Konstanz, CH-8274 Tägerwilen
³ walter+bai ag Prüfmaschinen, CH 8224 Löhningen

3 STAND DER TECHNIK

FGL sind metallische Werkstoffe, die sich
nach einer thermischen und/oder mechani-
schen Belastung wieder an ihre Ursprungs-
geometrie „erinnern“. Eine ausführliche
Beschreibung des aktuellen Stands der
Technik in dem Bereich von FGL findet sich
beispielsweise in [12], teilweise in den an-
deren hier genannten Referenzen sowie in
den auf der Forschungsseite der HTWG-
Homepage als download verfügbaren Ab-
schlussberichten der Projekte auf dem Ge-
biet der FGL [13].

4 ENTWICKLUNGSARBEITEN

Es wurde eine Prüfanlage entwickelt und
aufgebaut, die eine exakte Ermittlung der
Phasenumwandlungstemperaturen A_s , A_p ,
 M_s und M_f bei Variation der Parameter
Dehnung, Last (Spannung) und Temperatur
ermöglicht. Diese Prüfanlage, die entspre-
chend dem in Abbildung 1 skizzierten Lö-
sungsansatz konzipiert wurde, ist für dün-
ne Drähte und auch für Rohre geeignet, um
das jeweilige Werkstoffverhalten der FGL
unter Simulation der Einsatzbedingungen
für die jeweilige Applikationen zu prüfen.

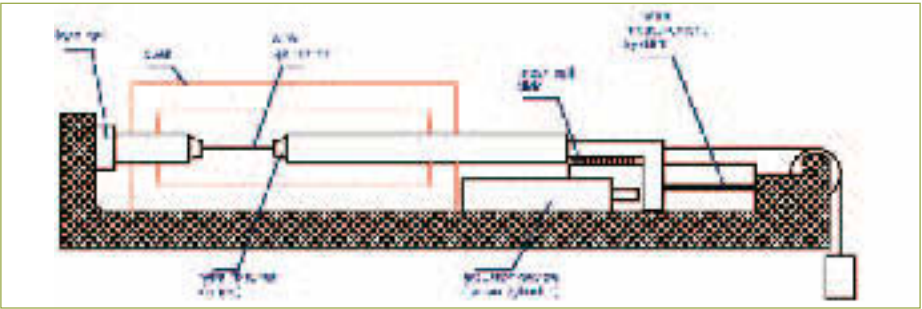


Abb. 1: Skizze des Lösungsansatzes der FG-Prüfanlage [10]

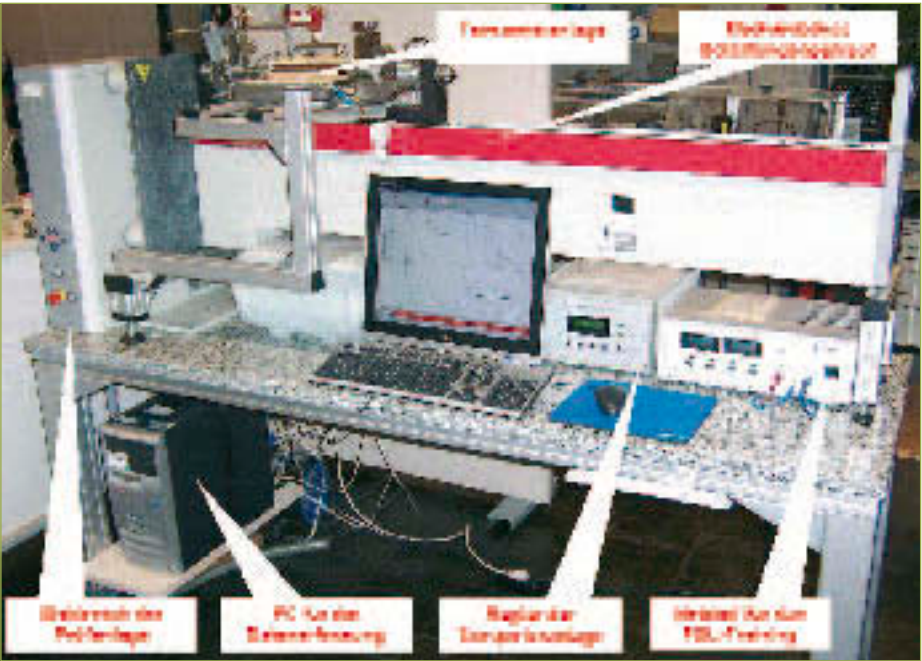


Abb. 2: FG-Prüfanlage auf Basis der vorhandenen Prüfmaschine (Prototyp P1)

Das zu untersuchende Bauteil ist zwischen
einer Kraft- und Dehnungsmesseinrich-
tung eingebaut. Die Probe kann dabei me-
chanisch mit einer definierten Kraft oder
einer definierten Dehnung einzeln oder in
Kombination beaufschlagt werden. Dies
stellt eine wesentliche Besonderheit der
Prüfanlage dar, weil damit praxisnahe Zu-
stände simuliert und für den jeweiligen
Anwendungsfall die entsprechenden Um-
wandlungstemperaturen ermittelt werden
können. Die Aufheizung des FG-Bauteils
kann dabei durch Stromdurchgang (Joul-
sche Erwärmung) oder durch Strahlungswär-
me im Ofen, die Abkühlung entspre-
chend durch einfache Luftabkühlung oder
über aktive Kühlung im Ofen erfolgen. Der
Ofen arbeitet auf dem Prinzip der Peltier-
Technik [14] und ermöglicht Temperatur-
programme zwischen -40°C und +180°C.
Da der Peltier-Ofen neben elektrischer
Energie lediglich einen Wasserkreislauf zur
Kühlung der Peltier-Elemente benötigt, ist
dies ein erheblicher Vorteil im Vergleich
zu Öfen, die zur aktiven Kühlung flüssigen
Stickstoff benötigen.

Im ersten Projektschritt erfolgten die Ent-
wicklungsarbeiten auf der Basis einer
vorhandenen Universalprüfmaschine, die
zunächst gekippt wurde, um einen mög-
lichen Kamineffekt im Ofen zu vermeiden
und eine homogene Temperaturverteilung
zu gewährleisten. Weiterhin wurde ein ge-
eigneter Peltier-Ofen entwickelt, der mit
entsprechenden Halterungen an die Bas-
is-Prüfmaschine angebaut wurde. Parallel
dazu erfolgte die Entwicklung eines uni-
versell einsetzbaren Probenhalters für die
unterschiedlichen Geometrien der zu un-
tersuchenden FG-Bauteile. Neben einem
massiven Arbeitstisch wurden außerdem
verschiedene zusätzliche Messgeräte an-
gebaut, wie z.B. weitere Temperaturfühler
und Geräte zur Messung des elektrischen
Widerstands in der Probe. Dieser erste Pro-
totyp P1 ist in der Abbildung 2 dargestellt.



Abb. 3: OPTIMIERTER PROTOTYP P2: W+B-FG-PRÜFMASCHINE

Für die ersten Untersuchungen wurden unterschiedliche FG-Materialien verwendet und unterschiedliche Programme zur Durchführung realitätsnaher Prüfungen an diesen FG-Bauteilen programmiert. Ein verbesserter Prototyp dieser Prüfanlage wurde in einem zweiten Schritt in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner, dem Prüfgerätehersteller walter und bai ag aus CH-Löhningen realisiert. Die Konzipierung und der Bau dieses optimierten Prüfstandes unter Berücksichtigung der am ersten Prototyp gemachten Erfahrungen und unter Verwendung der dort eingesetzten Komponenten führte zu dem verbesserten Prototyp P2 einer FG-Prüfmaschine, wie er in Abbildung 3 dargestellt ist.

5 MÖGLICHKEITEN DER REALITÄTSNAHEN PRÜFUNG AN FG-BAUTEILEN – EIGENE AUSGEWÄHLTE BEISPIELE

Um die Möglichkeiten zu verdeutlichen, die mit dieser neuartigen Prüfmaschine erstmals in dieser universellen Art durchführbar sind, werden nachfolgend einige Beispiele für eigene Anwendungen von FG-Bauelementen beschrieben. Natürlich lassen sich diese unterschiedlichen Prüfabläufe ebenso für unzählige andere Applikationen verwenden, wie teilweise auch im Text angedeutet wird.

AUFNAHME DER HYSTERESE BEI KONSTANTER SPANNUNG

In Abbildung 4 wurde ein FG-Draht mit einem Durchmesser von 0,44 mm und einer aktiven Länge von 237 mm (d.h. freie Länge zwischen den Einspannungen, die auch im Peltier-Ofen der programmierten Temperaturrampe unterworfen sind) in der Prüfmaschine untersucht. Bei den ersten Versuchsreihen wurde eine konstante Belastung von 70 N/mm² eingestellt und über den Peltier-Ofen ein Temperaturprogramm zwischen 20°C und knapp 100°C abgefahren. Die Heiz- bzw. Kühlgeschwindigkeit des Ofens betrug dabei ca. 10K/min. Wie im Spannungsverlauf über der Temperatur in Abbildung 4 zu sehen ist, bewirkte die konstante Belastung von 70 N/mm² bei 20°C zunächst eine Verlängerung des FG-Drahtes um 3%. Bei der kontinuierlichen Erwärmung beginnt sich der Draht bei etwas über 70°C von seinem martensitischen Ausgangsgefüge (= Niedertemperaturform) in das austenitische Gefüge (= Hochtemperaturform) umzuwandeln, was zu der Verkürzung führte (= thermischer FG-Effekt). Über ein hier nicht dargestelltes Tangentenverfahren können die charakteristischen Umwandlungstemperaturen $A_{s, \text{start}}$ (A_s) und $A_{s, \text{finish}}$ (A_f) bestimmt werden. Der FG-Draht würde sich bei weiterer Erwärmung bis etwas oberhalb 100°C bis auf die

Ausgangsform (= 0% Dehnung) verkürzen. Da dieser Draht jedoch in einer im Hause entwickelten Wärmekraftmaschine zur Energierückgewinnung aus Niedertemperatur-Energie in mechanische Energie eingesetzt werden soll [5], können systembedingt nur Temperaturen zwischen 20°C (= Raumtemperatur) und knapp 100°C (sonnen- oder andersartig -erwärmtes Wasser) zum Einsatz kommen. Die Abkühlung auf 20°C bewirkt die Rückumwandlung in die martensitische Gefügeform und die damit einhergehende Verlängerung des Drahtes auf 3% Dehnung. Dieser Draht besitzt demnach ein Arbeitsvermögen von 2,75% Dehnung im gegebenen Temperaturbereich bei dieser konstanten Belastung.

Wird nun in einer zweiten Versuchsreihe die konstante Spannungsbelastung auf den gleichen FG-Draht erhöht (Kurschar bei 135 N/mm²), so lassen sich im Vergleich zur ersten Versuchsreihe deutliche Unterschiede feststellen: Zunächst bewirkt die höhere Belastung des Drahtes bei 20°C eine Dehnung auf ca. 3,6%. Außerdem setzt die Verkürzung geringfügig später ein, jedoch kann sich der Draht im gleichen Temperaturbereich um 3,15% verkürzen. Die Rückumwandlung bei der Abkühlung setzt bei höheren Temperaturen ein und ist auch bei höheren Temperaturen abgeschlossen. Dies zeigt sehr deutlich die Spannungsabhängigkeit des thermischen FG-Effekts, was in diesem Fall eine Verschiebung der Phasenumwandlungspunkte hin zu höheren Temperaturen, einer Erhöhung des Arbeitsvermögens bzw. Verkürzung im gegebenen Temperaturbereich und einer Verkleinerung der Hysterese (Temperaturunterschied zwischen Hin- und Rückumwandlung bzw. zwischen Verkürzung und Verlängerung) bewirkt.

Bei nochmaliger Erhöhung der Spannungsbelastung auf konstant 250 N/mm² werden diese Effekte nochmals verstärkt, wie die dritte Versuchsreihe in Abbildung 4 zeigt: Der Draht wird bei 20°C auf 4,5% Dehnung

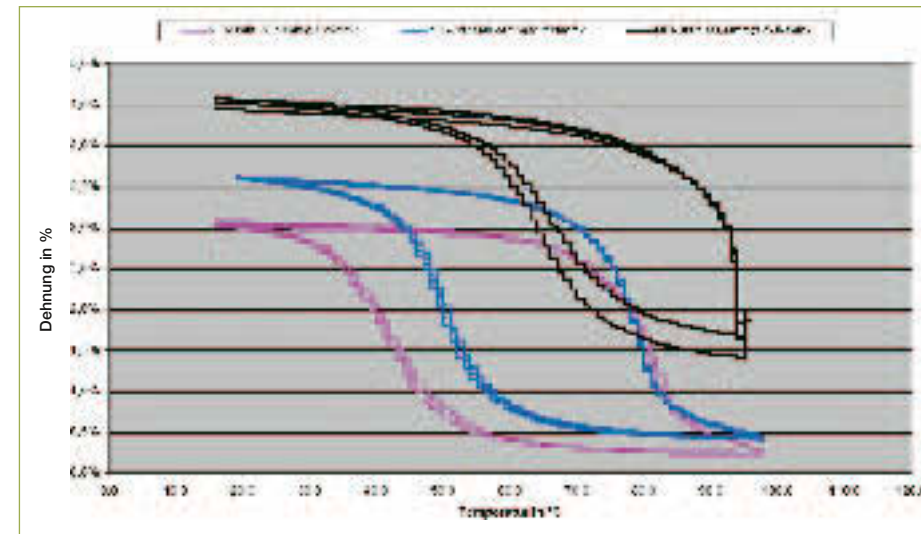


Abb. 4: TEMPERATURHYSTERESE: DEHNUNG ÜBER TEMPERATUR BEI UNTERSCHIEDLICHEN KONSTANTEN SPANNUNGEN EINES NiTi-DRAHTES, $\phi = 0,44$ mm, $L_{\text{AKTIV}} = 237$ mm, TRAINIERT MIT EINWEGEFFEKT

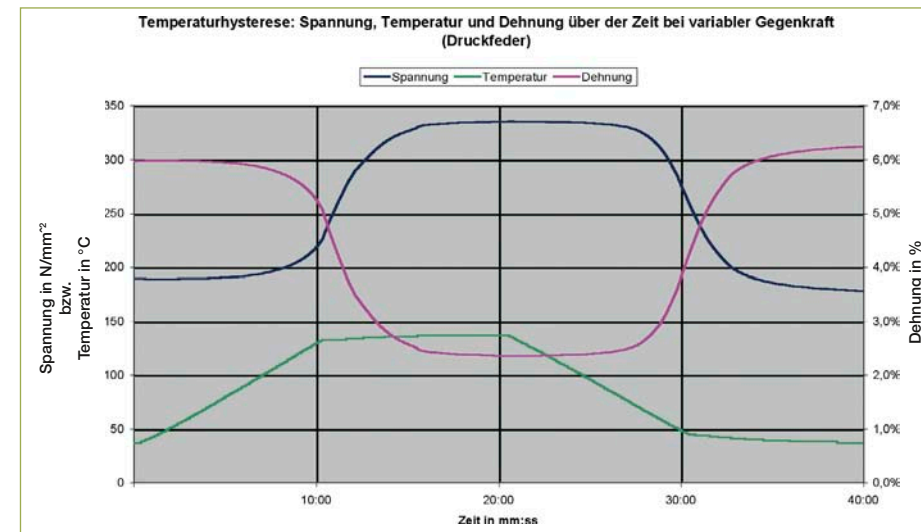


Abb. 5: TEMPERATURHYSTERESE: SPANNUNG, TEMPERATUR UND DEHNUNG ÜBER DER ZEIT BEI VARIABLER GEGENKRAFT (DRUCKFEDERSIMULATION) EINES FG-ROHRES, $\phi_A = 3,9$ mm, $\phi_i = 3,1$ mm, $L_{\text{AKTIV}} = 71$ mm, TRAINIERT MIT EINWEGEFFEKT

verlängert, die Verkürzung setzt erst bei deutlich höheren Temperaturen ein, aufgrund der festgelegten Höchsttemperatur von knapp 100°C kann diese Verkürzung nicht vollständig abgeschlossen werden, die Rückumwandlung setzt ebenfalls bei deutlich höheren Temperaturen ein, was zu einer weiteren Verkleinerung der Hysterese führt.

Mit diesem Prüfablauf lassen sich FG-Elemente mit geringem Aufwand in sehr kurzer Zeit exakt mit jenem Beanspruchungswert prüfen, unter dem sie in der entsprechenden Applikation eingesetzt werden sollen. Daher kann in einer einfachen Vorauswahl über die Prüfmaschine der entsprechende Draht (bei Variation von Legierungszusammensetzung und oder Bauteilgeometrie)

bzw. die entsprechende Beanspruchung (bei Variation der Belastung) ausgewählt werden, die in der geplanten Anwendung bei gegebenen Temperatureckdaten die besten Werte liefert. Dadurch lässt sich ein bisheriges „trial-and-error-Prinzip“ bei der konstruktiven Auslegung von Anwendungen mit thermischen FG-Bauteilen weitgehend vermeiden.

MESSUNG DER TEMPERATURHYSTERESE BEI VARIABLER GEGENKRAFT (Z.B. FEDER)

Eine andere Einbausituation, die in der Praxis weitaus häufiger anzutreffen ist, wurde in Abbildung 5 dargestellt. Ein FG-Bauteil mit Einwegeffekt wird zusammen mit einer Feder eingebaut, die bei Abkühlung des FG-Bauteils (Umwandlung in das martensitische Gefüge) die äußere Rückstellung in die Ausgangsform bewerkstelligt. Das bedeutet, dass bei der Verkürzung und bei der Verlängerung keine konstante Belastung auf das FG-Bauteil wirkt, sondern eine der Federrate folgenden variable Gegenkraft. In Abbildung 5 wurde ein kompletter Zyklus (einmaliges Erwärmen mit einmaliger Abkühlung) eines für eine medizinische Anwendung vorgesehenes FG-Rohrs über der Zeit aufgezeichnet. Wie die untere Temperaturkurve verdeutlicht, wurde das Bauelement von 37°C auf ca. 135°C erwärmt und nachfolgend abgekühlt. Die Erwärmung erfolgte hier über eine im Bauteil eingebaute Heizpatrone, der Peltier-Ofen diente zur Simulation der Umgebungstemperatur beim medizinischen Einsatz, sprich der Körpertemperatur des Patienten, und wurde auf konstant 37°C eingestellt. Die im Diagramm angezeigte Temperatur wurde an der Außenoberfläche des FG-Rohres über einen aufgeklebten Temperaturfühler abgegriffen. Die beiden gegenläufigen Kurven der Spannung und Dehnung zeigen sehr exakt, bei welchen Temperaturen die Verkürzung und die Verlängerung stattfinden und wie die programmierte Feder-spannung ab- bzw. zunimmt.

In unserem Beispiel lassen sich mit diesem Prüfablauf sehr genau das Arbeitsvermögen des untersuchten FG-Rohres für einen definierten Temperaturbereich ermitteln und für die spätere medizinische Anwendung [5] exakt arbeitende FG-Bauteile auslegen bzw. prüfen. Für viele andere Anwendungen von FG-Bauelementen bei Verwendung einer Gegenfeder (Ausführliche Übersicht ebenfalls in [5]) ist auch hier die neuartige Prüfmaschine ein wichtiges Instrument, um zuverlässig arbeitende Bauteile aus FGL einzusetzen.

TRAINING VON FG-BAUTEILEN AUF GENAU DEFINIERTE BEANSPRUCHUNG

Ein nicht zu unterschätzendes Prozedere beim Einsatz von FGL in der Praxis ist das Training der FG-Elemente. Da kein Hersteller bisher angibt, bei welcher Belastung er den FG-Effekt bei der Herstellung der Elemente einstellt, wäre es ein großer Zufall, die erworbenen FG-Elemente bei genau den gleichen Parametern einzusetzen (denn nur dann wären die Umwandlungstemperaturen und das Arbeitsvermögen in dem Bereich, den der Hersteller zu seinem Material angibt). Deshalb ist es zur Gewährleistung von reproduzierbaren Ergebnissen unumgänglich, die FG-Bauteile unter dem gleichen Beanspruchungskollektiv zu trainieren, die es später in der Anwendung auch erfährt. Dies kann natürlich am besten in der entsprechenden Anwendung selbst erfolgen, jedoch ist dies zum einen nicht immer möglich und zum anderen verändert sich bei einer anderen Belastung meist auch geringfügig die Länge des FG-Bauteils, besonders während der ersten 50 bis 80 Temperaturzyklen. Je nach Anwendung kann die Verlängerung des FG-Elements und/ oder die Beeinflussung des Beanspruchungsprofils auf die Phasenumwandlungstemperaturen (bei Anwendungen in der Aktorik auch Schalttemperaturen genannt) und das Arbeitsvermögen schon dazu führen, dass im nächsten Ver-



Abb. 6: TRAINING: DEHNUNG UND SPANNUNG ÜBER ZEIT EINES NiTi-DRAHTES, $\varnothing = 0,44$ MM, $L_{\text{AKTIV}} = 237$ MM, TRAINIERT MIT EINWEGEFFEKT

such der „trial-and-error-Phase“ ein anderes FG-Material bestellt werden muss.

Abbildung 6 zeigt, wie ein derartiges Bauteil-Training in kurzer Zeit bei geringem Aufwand mit der neuartigen Prüfmaschine durchgeführt werden kann: Anstelle einer Ofen-Erwärmung und Abkühlung wird ein NiTi-Draht mit einem Durchmesser von 0,44 mm über Joulsche Erwärmung durch ein Netzgerät wie in der späteren Anwendung wenige Sekunden mit elektrischem Strom beaufschlagt, wobei sich der Draht um ca. 3,5% seiner Ausgangslänge verkürzt. Tritt pro definierter Zeiteinheit keine weitere Verkürzung mehr auf, wird über die Speicher-Programmierbare-Steuerung die Stromzufuhr vom Netzgerät so lange unterbunden, bis auch die Rückstellung in einem vordefinierten Zeitintervall einen kleineren als den eingestellten Wert einnimmt. Die Temperatur wurde hierbei über die Zeit nicht gemessen, jedoch zeigt der Spannungswert deutlich die Dynamik der eintrainierten Aktorfunktion des FG-Bauteils: Obwohl die Spannung auf 135 N/mm² eingestellt wurde, steigt diese Spannung aufgrund der Trägheit des Prüfmaschinenschlittens bzw. der schnell-

len Verkürzungsgeschwindigkeit der FG-Bauteile bei Joulscher Erwärmung bis zu einem Wert von knapp 200 N/mm² an. Dieser Effekt, der in der Praxis bei elektrischer Aktivierung von FG-Bauteilen sowohl bei konstanter als auch bei variabler Belastung aufgrund der teils schnellen Dynamik sehr häufig vorkommt, lässt sich über die Geschwindigkeitseinstellung des Prüfmaschinenschlittens bzw. über die P-, I- und D-Anteile des Prüfmaschinen-Reglers teilweise sehr genau mit dieser neuartigen Prüfmaschine realitätsnah abbilden.

AUFNAHME DES SPANNUNGS-DEHNUNGS-VERLAUFS VON SUPERELASTISCHEN FG-BAUTEILEN BEI GLEICHZEITIGER MESSUNG DES ZUGEHÖRIGEN ELEKTRISCHEN WIDERSTANDSWERTES

Auch zur Prüfung und Untersuchung des superelastischen FG-Effekts lässt sich die neu entwickelte FG-Prüfanlage sehr gut verwenden. Im Gegensatz zum thermischen FG-Effekt findet der superelastische FG-Effekt bei einer konstanten Temperatur statt. Das Bauteil muss sich etwas oberhalb der Austenit_{finish}-Temperatur (A_f) befinden, also in 100%-igem Austenitgefüge,

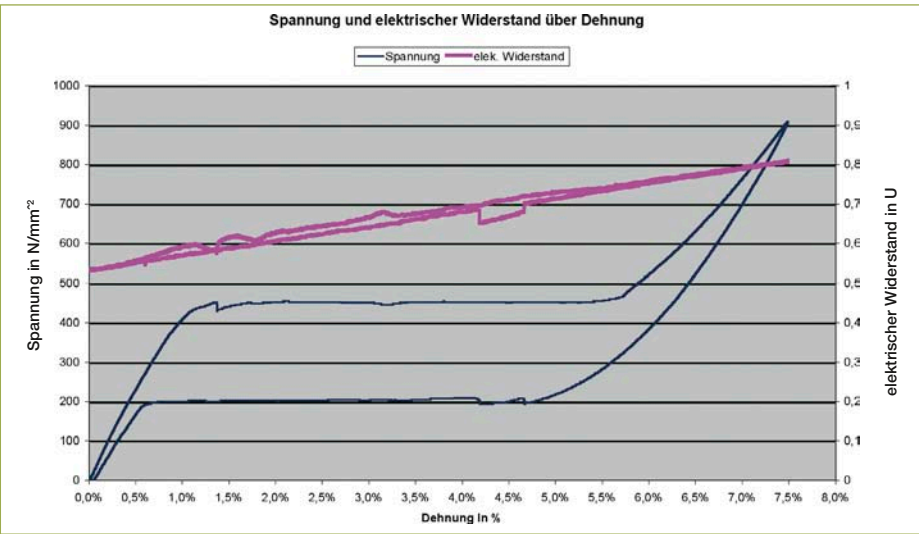


Abb. 7: SUPERELASTISCHES BAUTEIL: SPANNUNG UND ELEKTRISCHER WIDERSTAND ÜBER DER DEHNUNG EINES NiTi-FLACHSTREIFENS MIT $S = 0,3$ MM, $B = 1,45$ MM UND $L_{\text{AKTIV}} = 267$ MM, BEI RAUMTEMPERATUR

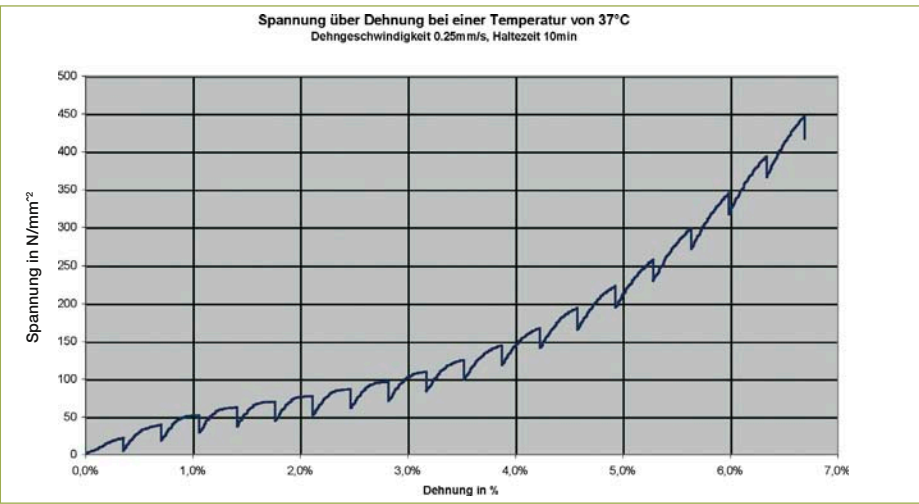


Abb. 8: UNTERSUCHUNG DES „RELAXATIONS-VERHALTENS“: SPANNUNGS-DEHNUNGSVERLAUF BEI LANGSAMER DEHNGESCHWINDIGKEIT (0,25 MM/S) UND LANGEN HALTEZEITEN (10 MINUTEN) NACH JEWEILS 0,25 MM, EINES FG-ROHRES, $\varnothing_A = 3,9$ MM, $\varnothing_i = 3,1$ MM, $L_{\text{AKTIV}} = 71$ MM, TRAINIERT MIT EINWEGEFFEKT

jedoch unterhalb einer M_d genannten Temperatur, bei der kein so genannter spannungsinduzierter Martensit mehr gebildet werden kann. Über die chemische Materialzusammensetzung sowie die thermomechanische Vorbehandlung kann dieser Temperaturbereich auch beispielsweise zwischen -10°C und +30°C liegen. Für medizintechnische Anwendungen wurden je-

doch sehr viele FG-Materialien entwickelt, deren superelastischer Effekt bei ca. 37°C auftritt. Befindet das Material sich zwischen den beiden o.g. Temperaturen, können durch Spannungserhöhung bei konstanter Temperatur ganze Gefügebereiche umgeklappt werden, es wird so genannter spannungsinduzierter Martensit gebildet. Je nach Legierung und Vorbehandlung

sind dabei Dehnungen bis 14% möglich, wobei das Besondere in dem Dehnungsplateau liegt, das über weite Strecken bei annähernd konstanter Spannung liegt. Die Hauptanwendungen solcher Materialien finden sich vor allem in der Medizintechnik, beispielsweise bei orthodontischen Führungsdrähten in der Zahnmedizin oder bei medizinischen Instrumenten in der minimal invasiven Chirurgie [5].

Bei der in Abbildung 7 gezeigten Prüfung eines superelastischen FG-Bauteils wurde der Versuch auf der Prüfanlage ohne Verwendung des Peltier-Ofens bei Raumtemperatur durchgeführt. Das obere Martensitplateau liegt zwischen ca. 1% und 5,5% Dehnung auf ca. konstant 460 N/mm², das untere zwischen 4,75% und 0,75% Dehnung auf ca. konstant 200 N/mm². Im vorliegenden Anwendungsfall soll das FG-Bauteil in einer Aktor-/Sensor-Anwendung eingesetzt werden. Da sich der elektrische Widerstand der Austenit-Phase von dem der spannungsinduzierten Martensit-Phase deutlich unterscheidet, kann über entsprechende Messungen der Wert des elektrischen Widerstandes direkt dem Verhältnis dieser beiden Gefügephasen und damit auch der entsprechenden Länge des superelastischen FG-Bauteils zugeordnet werden [15]. Die in Abbildung 7 über der Dehnung mit aufgetragene Widerstandskurve zeigt ein weitgehend lineares Verhalten, wobei Abweichungen von einer imaginären Geraden genau an jenen Stellen auftreten, an welchen auch in der Spannungs-Dehnungs-Kurve kleinere Unregelmäßigkeiten auftreten.

UNTERSUCHUNG DES „RELAXATIONS-VERHALTENS“ BEI KOMBINATION VON LANGSAMER DEHNGESCHWINDIGKEIT MIT LANGEN HALTEPAUSEN („RELAXATION“ BZW. „UMKLAFFEN DES GEFÜGES“)

Auch zur Untersuchung einer weiteren Besonderheit bei der Verwendung von FG-Materialien dient die neuartige Prüfanlage

in sehr geeigneter Weise. Wie in Abbildung 8 in einem Spannungs-Dehnungs-Diagramm dargestellt, wurde ein rohrförmiges Bauteil einer FGL bei konstanter Temperatur von 37°C eine Sekunde lang mit der relativ langsamen Dehngeschwindigkeit von 0,25 mm/s gedehnt. Nach dieser Sekunde wurde die Dehnung unterbrochen und eine Haltezeit von 10 Minuten programmiert, bevor das FG-Bauteil den nächsten Dehnschritt von 0,25 mm in einer Sekunde erfuhr.

Die Kurve zeigt deutlich, dass die Gefügeumwandlung eine entsprechende Zeit benötigt, da stets während der 10-minütigen Haltezeit ein deutlicher Spannungsabfall beobachtet werden kann. Beim „Durchfahren“ ohne Haltezeit würden nur die oberen Punkte der Kurve aufgezeichnet, die unteren Spannungsabfall-Punkte am Ende der Haltezeit würden komplett „überfahren“ werden. Je nach Anwendung ist gerade aber dieses Relaxations-Verhalten für eine exakte Funktion des FG-Bauteils entscheidend. Das hier geprüfte FG-Bauteil hat in der geplanten Anwendung eines FG-Marknagels zur Knochenverlängerung [5] beispielsweise nur eine Aktorfunktion alle 24 Stunden (je nach Konstruktionsvariante auch eine Aktivierung alle 12 Stunden), so dass bei der Auslegung des Aktorbauteils aus FGL dieses in Abbildung 8 dargestellte Relaxations-Verhalten für ein sicheres Funktionieren in der späteren Anwendung mit untersucht und berücksichtigt werden muss.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde eine voll automatisierte, universelle Prüfanlage entwickelt mit deren Hilfe es möglich ist, das Verhalten von Formgedächtnislegierungen (FGL) bei der Variation verschiedener Parameter zu ermitteln. Die gebaute Prüfanlage erfasst die Temperaturwerte, bei der die Umwandlungsprozesse in der Struktur der FG-Materialien statt-

finden. Damit kann man die Dehnungsrate und den genauen Temperaturbereich der untersuchten Materialien bestimmen. Da die Untersuchungen bei unterschiedlichen Belastungen durchgeführt werden können, ermöglicht diese Prüfanlage erstmals eine realitätsnahe Prüfung an Formgedächtnisbauteilen.

Als Aggregat wurde eine universelle 2,5kN Zugprüfmaschine mit entsprechenden Umbauten bzw. Zusatzeinrichtungen eingesetzt. Um Proben unterschiedlicher Geometrien an die Prüfmaschine fixieren zu können, wurden spezielle Probenhalter aus einem Werkstoff mit geringer Wärmeausdehnung konstruiert. Die Prüfanlage wurde so konzipiert, dass sie in der Lage ist, Temperaturprofile (Rampen) im Bereich von ca. -40 bis ca. +180°C zeitgesteuert zu fahren. Um einen einfachen, raschen und sicheren Ein- und Ausbau der Proben zu ermöglichen wurde der auf dem Peltier-Prinzip basierende Ofen als klappbare Zweischalenkonstruktion konzipiert. Eine weitere Funktion der entwickelten Prüfmaschine ist das so genannte „Training“ der FG-Materialien unter Simulation des realen Beanspruchungskollektivs. Die zur zyklischen Bestromung der Proben benötigte elektrische Energie wird mittels eines Netzteils geliefert, das über eine integrierte Speicher-Programmierbare-Steuerung geregelt wird.

Mit der Erfahrung aus den ersten Versuchsergebnissen und des entwickelten Prototyps P1 einer FG-Prüfanlage wurde gegen Ende der Projektlaufzeit ein so genanntes „Redesign“ durchgeführt. Mit dem beteiligten Projektpartner, der Firma w+b Walter und Bai Prüfmaschinen AG, aus CH-Lönnigen, wurde eine verbesserte FG-Prüfanlage P2 konzipiert und gebaut, bei der fast alle Komponenten zum Einsatz kamen, die auch schon beim ersten Prototyp P1 verwendet wurden. Die Vorteile und die technischen Daten dieses „w+b-FG-Prüfmaschinen-Prototyps P2“ lassen sich wie folgt angeben:

- kompakte Test- und Prüfeinheit
- unkomplizierte Temperatursteuerung über Peltier-Technologie
- automatisierte Testabläufe
- reproduzierbare Tests
- anwendungsorientierte Simulation von FG-Bauelementen (Aktor / Sensor).
- Belastungen bis zu 2 kN (Verwendung unterschiedlicher Kraftmessdosens)
- maximale Probenlänge: 750 mm
- Durchmesser min./max: 0,01 mm bis 5 mm
- maximale Traversengeschwindigkeit: 2000 mm/min
- Temperaturbereich des Peltier-Ofens: -40 bis +180°C
- Zusätzliche elektrische Erwärmung (über Netzgerät bis zu: 32 V / 18 A)
- Abtastraten bis zu 500 Hz

Dieser „redesignte Prototyp einer FG-Prüfanlage“ wurde nach einigen Tests an der Hochschule Konstanz vom 4.-8. Oktober 2004 bei der internationalen Konferenz für FGL und Superelastische Technologien, SMST2004, in Baden-Baden den Herstellern und Anwendern von Formgedächtnislegierungen vorgestellt. Seitdem befindet sich dieser Prototyp im Werkstoffprüflabor der Hochschule Konstanz. Neben weiteren Forschungsarbeiten wie Doktor-, Master- und Studienarbeiten wurden für einen in der Region ansässigen Industriebetrieb auch schon Messungen an FG-Elementen durchgeführt, die zur Einnahme von Drittmitteln führten. Die Erfahrungen all dieser Arbeiten dienen als Basis für einen genormten Prüfprozess. Bezüglich der Normung dieser Prüfmethode wurden schon erste Gespräche mit entsprechenden Fachausschüssen geführt und es ist geplant, die Normung nach der Durchführung weiterer Tests und Prüfarbeiten voranzutreiben.

Für die neue Prüfmaschine liegen mehrere konkrete Anfragen vor, wobei der Industriepartner mittlerweile die erste derartige Anlage an einen Kunden ausgeliefert hat. Diese Tatsache verdeutlicht das Interesse

von Anwender und Hersteller von FGL und unterstreicht zudem den Erfolg dieses angewandten FuE-Projektes. Dank: Die Fachhochschule Konstanz dankt dem BMBF für die Projektförderung innerhalb des Förderprogramms „Anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen (aFuE)“.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Gallardo J.M., Gümpel P., Herrera E.J., Strittmatter J.: Metallographic Characterization of a NiTiCu Shape Memory Alloy, Prakt. Metallogr. 36 (1999), pp. 594 - 608
- [2] Gümpel P., Strittmatter J.: Umweltschonend antreiben mit Formgedächtnislegierungen, MM Maschinenmarkt Nr. 13, 27. März 2000, S. 54-58
- [3] Gümpel P., Strittmatter J.: Antriebe mit Formgedächtnislegierungen schonen Umwelt und Ressourcen“, MM Maschinenmarkt Nr. 4, 22. Januar 2001, S. 36-39
- [4] Gümpel P., Strittmatter J.: Shape Memory and their Application Potential, Proceedings of the 7th International Pacific Conference on Manufacturing & Management PCMM 2002, in Bangkok, Thailand, November 27-29, 2002, pp. 61-73
- [5] Strittmatter J.: (Buchbeitrag) Formgedächtnislegierungen und ihre Einsatzmöglichkeiten in der Praxis - Allgemeine Anwendungsbeispiele in der Technik und ausgewählte Forschungsprojekte der FH-Konstanz, S. 93-129
- Buchbeitrag in Gümpel P. (Hrsg.): Formgedächtnislegierungen – Einsatzmöglichkeiten in Maschinenbau, Medizintechnik und Aktuatorik, expertverlag Renningen, Kontakt&Studium Bd. 655, 2004, 156 Seiten
- [6] Gümpel P., Strittmatter J.: Shape Memory Actuator for Hydraulic Valve, Proceeding of the 9th International Conference on New Actuators and 3rd International Exhibition on Smart Actuators and Drive Systems ACTUATOR 2004, in Bremen, Germany, 14.-16. Juni 2004, pp. 633-636

- [7] Gläser S., Gümpel P., Kilpert H., Strittmatter J.: Quick Changing Actuators for Safety Systems in Automobiles, Proceedings of the 10th International Congress on Automotive and Future Technologies CONAT 2004, in Brasov, Rumania, Oct. 20th -22nd, 2004, Proceedings on CD, 24 pages
- [8] Gümpel P., Strittmatter J.: Intelligente Werkstoffe und deren Einsatz in der Aktorik, 4. Ost-Schweizer Technologiesymposium, in St. Gallen, Schweiz, 5. November 2004, Proceedings auf CD, 12 Seiten
- [9] Persönliche Mitteilungen verschiedener Teilnehmer (Hersteller und Anwender von FGL) auf dem Zweiten Bochumer Kolloquium für Martensitische Transformationen BOKOMAT 2000, in Bochum, 13.10.2000
- [10] Fischer, F.: Literature Review of Different Influences on the Shape Memory Effect and Development of a Test Facility for Shape Memory Wires; Thesis Project; Escuela Superior de Ingenieros Universidad de Sevilla, Fachhochschule Konstanz; May 2000.
- [11] Gallardo J.M., Gümpel P., Strittmatter J.: Influence of Heat and Thermomechanical Treatments on the Phase Change Behaviour of Several Nitinol Shape Memory Alloys – Literature Review and Authors' Experiences, Advanced Engineering Materials 2002, 4, No. 7, 437-451
- [12] Gümpel P. (Hrsg.): Formgedächtnislegierungen – Einsatzmöglichkeiten in Maschinenbau, Medizintechnik und Aktuatorik, expertverlag Renningen, Kontakt&Studium Bd. 655, 2004, 156 Seiten
- [13] (<http://www.forschung.fh-konstanz.de>, -> Projekte, -> Projekte der Hochschule Konstanz, -> Maschinenbau, -> Prof. Gümpel)
- [14] Kupsch W.J.: Anmerkungen zur Anwendung der Peltier Elemente; http://www.efindon.de/efindon/pdf/peltier_elemente-aufsatz.pdf.
- [15] Gläser S., Gümpel P., Strittmatter J.: Investigation of the Mechanism of the Stress-Induced Martensitic Phase Transformation of Superelastic Shape Memory

Alloys, 2nd European Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies: Engineering and Biomedical Applications SMST 2004, in Baden-Baden, Germany, October 3rd-7th, 2004, 11 pages (to be published)



■ Wärmebehandlung / Fügetechnik

■ Materialprüfung

■ Heiß Isostatisch Pressen

■ Metallische Beschichtung

Das Bodycote Netzwerk der Central European Group setzt sich aus 53 Betrieben zusammen, die in Deutschland, den Niederlanden, der Schweiz, Österreich, Liechtenstein, Italien, Polen, Tschechien, Ungarn, Rumänien und der Türkei rund 1.700 Mitarbeiter beschäftigen. Weltweit koordiniert die Zentrale in Macclesfield / England mehr als 300 Standorte in 30 Ländern.

Neben klassischen Wärmebehandlungsverfahren wie Härten (z.B. Einsatzhärten oder Vakuumwärmebehandlung) und Vakuum-Hochtemperaturlöten setzt Bodycote Verfahren wie **Corr-I-Dur®** und exklusiv das **Kolsterisieren®** ein.

Im Bereich Heiß Isostatisches Pressen kommt das **Densal®**-Verfahren zum Einsatz. **Tribologische Schichten** und **CompCote®** ermöglichen neue Perspektiven beim Beschichten unterschiedlicher Werkstoffe in variablen Einsatzgebieten.

Das umfangreiche und exklusive Spektrum an Verfahren, ein flächendeckendes Netzwerk und nicht zuletzt die Kompetenz der Bodycote-Spezialisten machen die Dienstleistungen der Central European Group europaweit zu einem der qualitativ und ökonomisch hochwertigsten Produkte.

BODYCOTE **WÄRMEBEHANDLUNG** GMBH

Buchwiesen 6
73061 Ebersbach
Germany
Tel.: +49 7163 103 0 · Fax: +49 7163 103 200
eMail: info-de@bodycote.com

Bodycote

<http://ceg.bodycote.com>
<http://www.bodycote.com>

DIE ANPASSUNG VON HOCHLEISTUNGSSCHICHTEN AN KOMPONENTEN VON VERBRENNUNGSMOTOREN Torsten Bogatzky¹, Paul Gümpeß², Karl Müll³, Iona-Serban Radu⁴



DIPL.-ING. (FH) TORSTEN BOGATZKY war 1995 bis 2000 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im

Labor für Werkstoffkunde an der HTWG Konstanz bei unterschiedlichen FuE-Projekten tätig und übernahm die Leitertätigkeit des 2002 gegründeten Institut für Werkstoffsystemtechnik Thurgau an der HTWG Konstanz WITg in Tägerwilen.



PROF. DR.-ING. DR. H.C. PAUL GÜMPEß vertritt die Fachgebiete Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung

und Oberflächentechnik an der HTWG Konstanz in Forschung und Lehre.



KARL MÜLL, war von 1980 – 2000 Direktor der Winterthurer Metallveredelung AG.

Heute ist er als Geschäftsführer der TOPOCROM Systems AG in Weinfelden und der TOPOCROM GmbH in Stockach tätig.



DR.-ING. IOAN-SERBAN RADU promovierte auf dem Gebiet der Tribologie

im Rahmen eines Erasmus-Programms an der Universität Brasov und der Hochschule Konstanz. Nach einer Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Labor für Werkstoffkunde an der HTWG Konstanz war er zunächst bei INA-Schaeffler KG in Herzogenaurach tätig, seit 2005 arbeitet er bei Autoliv S.A. Brasov, Rumänien.

1 EINLEITUNG

Ein wichtiger Trend in der Entwicklung der modernen Verbrennungsmotoren ist neben der Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der Abgase die Steigerung der Lebensdauer sowie der Wartungsintervalle. Eine gute Möglichkeit um diese Ziele zu erreichen ist der Einsatz von so genannten Hochleistungswerkstoffen, die immer häufiger in der Motorenkonstruktion eingesetzt werden. Ein klassisches Beispiel dafür ist die Fertigung der Zylinderblöcke aus verschiedenen Aluminiumlegierungen. Durch den kleineren Abstand zwischen den Zylinderachsen werden Motoren kompakter und gleichzeitig leichter. Es werden aber auch neuartige Beschichtungsmaterialien eingesetzt. Die Kontaktzone zwischen zwei oder mehreren Komponenten wird optimiert und die Lebensdauer des gesamten mechanischen Systems wird damit verlängert. Statt der Verwendung von Graugussbüchsen werden beispielsweise die Aluminium-Zylinderbohrungen beschichtet. Diese Dünnschicht muss sowohl verschleiß- und korrosionsfest sein als auch gute Gleiteigenschaften aufweisen. Die Oberflächenstruktur (Kreuzhohnstruktur) muss auch nach der Beschichtung exakt abgebildet werden, um Schmiertaschen für das Motoröl zu bilden. Die Verfahren zur Beschichtung von Zylinderlaufflächen sind unterschiedlich. Galvanische Verfahren wie Hartverchromen oder Vernickeln haben den Nachteil dass sie oftmals als umweltbelastend einzustufen sind und eine Nachbearbeitung der Bauteile erforderlich ist. Die moderne Sputtertechnologie vermeidet diese Nachteile und stellt eine Vielzahl von Schichtsystemen für tribologische Anwendungen zur Verfügung. Beim Beschichten von Zylinderlaufflächen wird meistens das Schichtsystem TiAlN verwendet. Die Schichtdicke beträgt 3 bis 8 µm. Eine wichtige Rolle in der Beschichtungstechnologie spielen auch die Kosten. Mit der Einführung dieses Verfahrens in der Massenproduktion wurden auch die

Kosten gesenkt (s.Abb.1). In Abhängigkeit von der Anzahl der gefertigten Motoren sind Beschichtungskosten bis zu 1 Euro pro Zylinder realistisch [1].

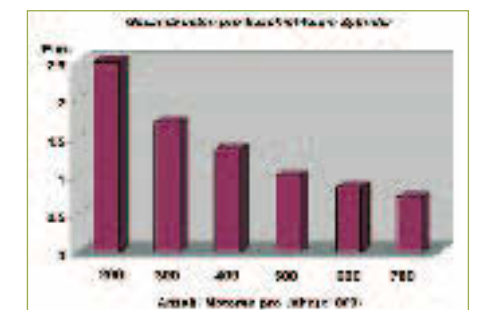


ABB. 1: KOSTEN DER BESCHICHTUNG [1]

2 DAS TRIBOSYSTEM KOLBENBOLZEN-PLEUEL

Für Aluminium-Kolben sind einige Hochleistungsschichten entwickelt worden, die heute schon erfolgreich im Einsatz sind: Zinn-Beschichtungen als Einlaufhilfe und zur Verbesserung der Notlaufeigenschaften; Grafal (Grafit-Gleitlack) zum Schutz des Kolbenschafts; Ferrostan und Ferrop rint, Eisen-Zinn Schichten die auch als Einlaufhilfe eingesetzt werden [2]. Das mechanische System Kolbenbolzen-Pleuel, das zu den am höchsten und vielseitigsten belasteten Bauteilen eines Verbrennungsmotors gehört, ist bis jetzt unverändert geblieben. Es überträgt den Druck der Verbrennungsgase vom Kolben auf die Pleuelbohrung und ist damit komplexen mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt. Der Pleuelbolzen oszilliert frei in der Pleuelbohrung mit Winkelgeschwindigkeiten von 1,2 bis zu 1,5 m/s. Die für das Pleuelbolzen-Pleuel System bislang benutzten Werkstoffe sind Stähle mit einsatzgehärteter Oberfläche (Bolzen und Pleuel) und Kupferlegierungen (Gleitbüchsen). Zwar besitzen die oben genannten Werkstoffe sehr gute Gleiteigenschaften, aber sie verschleiben nach einer gewissen Zeit, wegen der unterschiedlichen Härte,

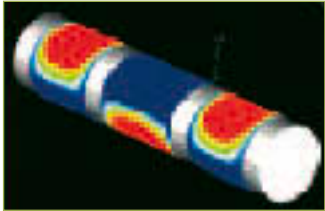


ABB. 2: BELASTETE FLÄCHEN EINES KOLBENBOLZENS

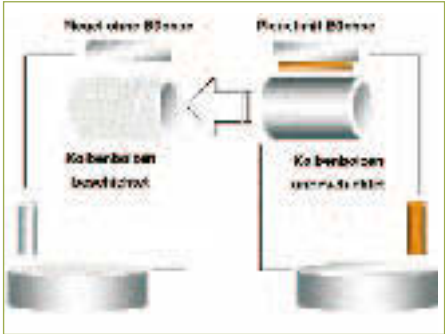


ABB. 3: DIE KLASSISCHE UND VERBESSERTE VARIANTE DES BOLZEN-PLEUEL TRIBOSYSTEMS [3]



ABB. 4: DIE TOPOCROM SCHICHT [4]

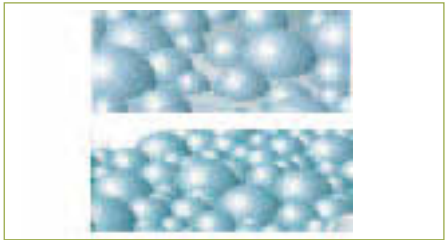


ABB. 5: TOPOCROM – „OFFENE“ UND „GESCHLOSSENE“ STRUKTUR

und vergrößern damit das Spiel zwischen den sich bewegenden Teilen. Über Verschleißprobleme an dem Pleuellager von großen Dieselmotoren haben schon verschiedene Hersteller berichtet. Der Ersatz der Pleuellager ist meist zeitaufwändig,

kostspielig und reduziert die Kilometergarantie. Oft werden bei industriellen Großanwendungen (z.B. LKW-Motoren) komplizierte Wartungsarbeiten durch den Einsatz von Billigteilen verursacht, die bereits vor längerer Zeit entwickelt wurden. Neben der bisherigen Entwicklung des Pleuels würde sich also auch eine Überarbeitung des Pleuels und der Pleuellager als sinnvoll erweisen. Wie beim Pleuellager ist auch hier eine Verbesserung der Pleuellagerkomponenten durch die Verwendung von Hochleistungsschichten möglich. Mehrere Hersteller haben verschiedene Dünnschichten auf Wolfram-Basis für den Pleuellager entwickelt. Bei Verwendung von Schichten mit mehr als 20 µm Dicke könnte der Pleuellager direkt im Pleuellager laufen und die überlastete Pleuellagerbohrung würde damit entfallen. Einen Vergleich zwischen dem alten und dem verbesserten Pleuellagertribosystem Pleuellagerbolzen-Pleuellager wird in der Abb.3 gezeigt. Der Pleuellager der verbesserten Variante ist beschichtet und die Pleuellagerbohrung wird nicht mehr benötigt.

3 DIE HARTCHROMSCHICHT TOPOCROM

Die von der Firma Topocrom GmbH entwickelte Hartchromschicht Topocrom erfüllt die beschriebenen Anforderungen und scheint für die Beschichtung des Pleuellagers geeignet zu sein. Als besondere Eigenschaft der Topocrom-Schicht erweist sich die Oberflächengeometrie: durch die galvanische Beschichtungsprozedur bilden sich Chrom-Kalotten auf der Schichtoberfläche (s. Abb.4). Die Geometrie und Dichte der Kalotten ist beeinflussbar.

Damit können zwei Oberflächenstrukturen erzeugt werden: die „offene“ Struktur mit Abständen zwischen den Kalotten und die „geschlossene“ Struktur mit dicht beieinander liegenden Chrom-Kalotten (s. Abb.5). Es gibt bislang mehrere Einsatzgebiete der Topocrom-Schicht. In der Automobilindustrie werden vielfach Karosseriebleche verarbeitet, welche mittels Topocrom

beschichteten Dressierwalzen mit einer Strukturoberfläche versehen worden sind. Diese Blechoberflächen verbessern die Umformergebnisse und bilden eine ideale Grundlage für die moderne Lackiertechnik. Die besseren Gleiteigenschaften von Topocrom beschichteten Umformwerkzeugen verlängern die Standzeiten wesentlich. Umgekehrt können Einzugsrollen für die Blechverarbeitung derart beschichtet werden, dass sich das Zugsverhalten stark verbessert (Abb.6). In der Druckindustrie ist eine optimale Benetzbarkeit der feuchtmittelführenden Walzen von großer Bedeutung. Topocrom beschichtete Druckwalzen lassen sich definiert benetzen, halten aggressiven Medien stand und lassen sich gleichzeitig leicht reinigen [4].

4 AUFBAU DER VERSUCHSREIHE

Zweck der Untersuchungen ist der Vergleich zwischen dem Topocrom-Tribosystem und einem Referenz-Tribosystem bei verschiedenen Arbeitsbedingungen. Die ausgewählte Untersuchungsmethode ist „Stift auf Scheibe“ (pin on disc) (s. Abb. 8). Ein Stift aus einer Kupferlegierung für Gleitlager (G-CuPb20Sn) und eine Stahlscheibe (100Cr6) bilden die Referenz oder die „alte“ Variante des Pleuellagerbolzen-Pleuellagertribosystems. Ein Stahlstift (100Cr6) und eine mit Topocrom beschichtete Stahlscheibe (100Cr6) bilden die verbesserte Variante des Tribosystems. Vom Hersteller wurden vier Topocrom Schichtarten zur Verfügung gestellt (nummeriert von 1 bis 4). Die ersten drei Schichten haben eine „offene“ Struktur mit unterschiedlich großen Chrom-Kalotten anders als bei Schicht 4 die eine „geschlossene“ Struktur aufweist (s. Abb.7 und Tab. 1).

Die gesamte Versuchsreihe wurde in drei Etappen aufgeteilt. Während der ersten Etappe sind die vier Topocrom-Systeme mit dem Referenz-System verglichen worden. Die Topocrom Schichten, die sich nach



ABB. 6: TOPOCROM – DIE EIGENSCHAFTEN DER SCHICHT

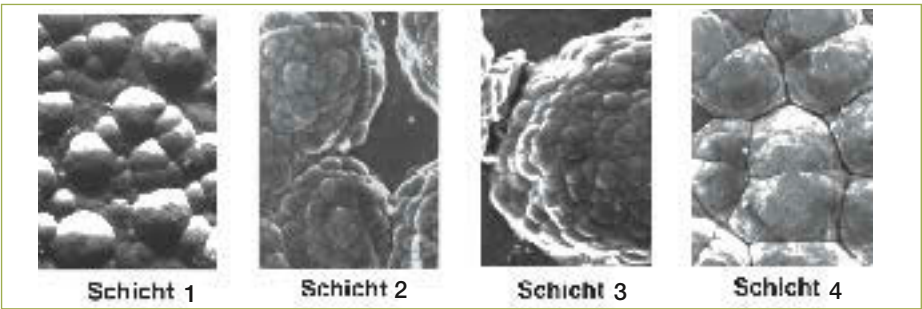


ABB. 7: TOPOCROM – DIE VIER VERSCHIEDENE SCHICHTARTEN BEI 5FACHER VERGRÖßERUNG

| | Schicht 1 | Schicht 2 | Schicht 3 | Schicht 4 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Struktur | offen | offen | offen | geschl. |
| Rauheit Rz [µm] | 9,5 | 32,9 | 59,6 | 17,84 |
| Kalottendichte [Kalotten/cm] | 227 | 87 | 57 | 132 |
| Härte HVO,1 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Schichtdicke [µm] | 20 | 70 | 140 | 70 |

TAB. 1: TOPOCROM – PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN



ABB. 8: VERSUCHSAUFBAU

der ersten Versuchsreihe als ungeeignet erwiesen haben wurden ausgeschlossen. Die zweite Versuchsetappe ist der ersten ähnlich, nur wurde hier ein hochwertiger Schmierstoff verwendet, um dessen Einfluss auf die Materialpaarungen nachweisen zu können. Bei der dritten Etappe wurde die Versuchsdynamik geändert, indem die Rotation durch Oszillation ersetzt wurde [3].

Alle Untersuchungen sind auf einem Tribometer des Herstellers Wazau durchgeführt worden (s. Abb. 8).

5 ERGEBNISSE

ETAPPE 1

Es wurden jeweils der Reibkoeffizient der Tribosysteme und der gravimetrische Verschleiß der Stifte gemessen. Die Mittelwerte der Resultate wurden dann berechnet und grafisch dargestellt (s. Abb. 9). Während der ersten Etappe wurde als Schmierstoff ein kostengünstiger Schmierstoff verwendet (AgipSB15W-40 Motoröl). Um das Verhalten der Materialien im Bereich der Grenz- und Trockenschmierung erfassen zu können, wurde auf den Proben nur oberflächlich Schmierstoff aufgetragen.

In den Abbildungen 9 und 10 werden Reibkoeffizient und gravimetrischer Verschleiß der vier Topocrom-Systeme mit dem Referenzsystem (5) verglichen.

Obwohl im Vergleich zum Referenzsystem der Reibkoeffizient der Topocrom-Schichten höher ist, sind die Verschleißwerte um ca. 300% niedriger. Um nach der ersten Versuchsetappe das tribologische Verhalten der 4 Schichten besser analysieren zu können, wurden REM-Aufnahmen gemacht. Bei Schicht 1 ist festzustellen, dass wegen der hohen stofflichen Wechselwirkungen auf atomarer und molekularer Ebene zwischen den zwei Probekörpern Adhäsionsprozesse wirksam werden. Infolge hoher örtlicher Drücke (ca. 50N/mm²) werden die schützenden Oberflächendeckschichten einzelner Rauheitshügel durchbrochen und es kommt zur Bildung von Grenzflächen. An den Stellen mit beginnender Kaltverschweißung ist die Festigkeit höher als im Grundmaterial, was zu Materialübertragung führt. Abbildung 11 zeigt den großen Anteil von aufgetragenem Stiftpwerkstoff auf der Scheibenoberfläche.

Durch größere Kalotten bleibt mehr Schmiermittel auf der Oberfläche erhalten, daher hat Schicht 2 einen besseren Reibwert. Wie Abbildung 12 zeigt, hat die Höhe

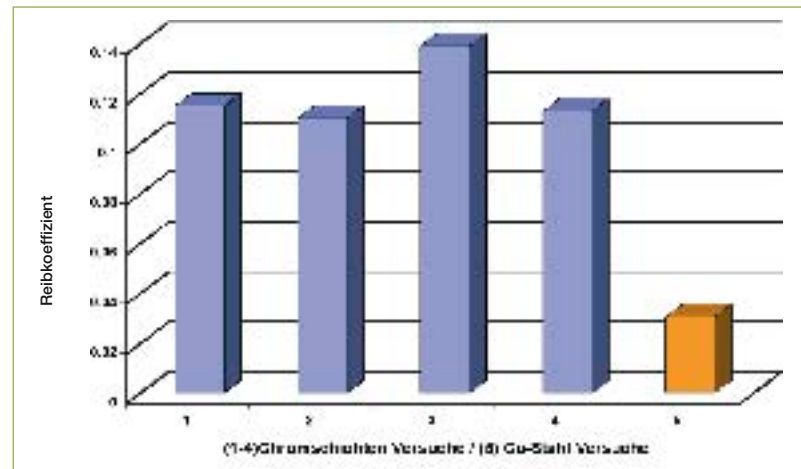


Abb. 9: GEMESSENER REIBKOEFFIZIENT WÄHREND DER ERSTEN VERSUCHSETAPPE

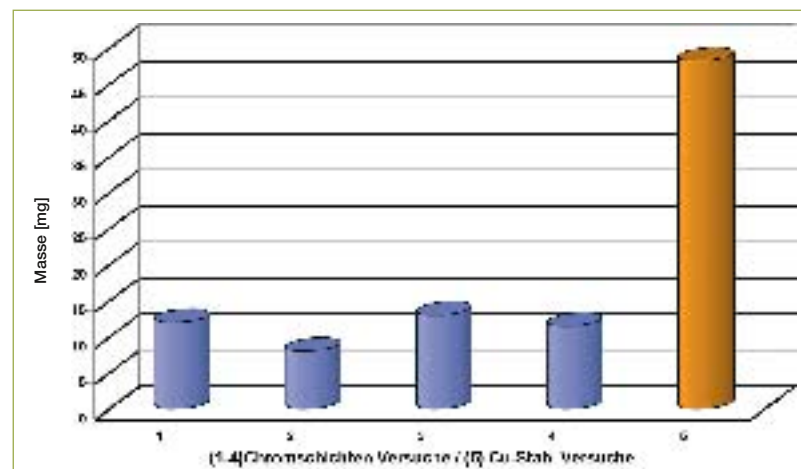


Abb. 10: GRAVIMETRISCHER VERSCHLEISS DER STIFTE

der Chrom-Kalotten auch einige Nachteile. Aufgrund des großen Kugeldurchmessers sinkt die Zahl der tragenden Kugelspitzen pro Flächeneinheit. In der Folge steigt die Hertz'sche Pressung, was zur Rissbildung und zu Abplatzungen an den Kugeln führt. Im Vergleich zur Schicht 1 gibt es keine Werkstoffübertragung vom Stift auf die Scheibenoberfläche. Nach den ersten Untersuchungen wurde die Schicht 3 wegen schlechter Ergebnisse aus der Versuchsreihe ausgeschlossen. Die grobe Struktur der Chromkugeln der Schicht 3 wirkt wie ein abrasives Zerspanungswerkzeug auf den Gegenkörper. Schicht 4 hat die besten Er-

gebnisse von der gesamten Versuchsreihe. Wegen der geschlossenen Struktur bleibt genügend Schmierstoff auf der Oberfläche haften. Die Schicht übernimmt besser die hohen Hertz'schen Pressungen, weshalb weder Risse noch Brüche oder Werkstoffübertragungen auf der Oberfläche erkennbar sind.

ETAPPE 2

Während der zweiten Etappe der Untersuchungen wurden die bisherigen Versuchsparameter erhalten und nur der Schmierstoff ersetzt. Das hierbei benutzte Motoröl

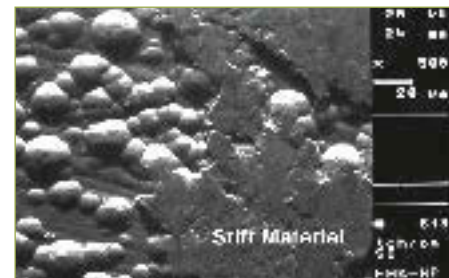


Abb. 11: REM ANSICHT DER SCHICHT 1



Abb. 12: REM ANSICHT DER SCHICHT 3

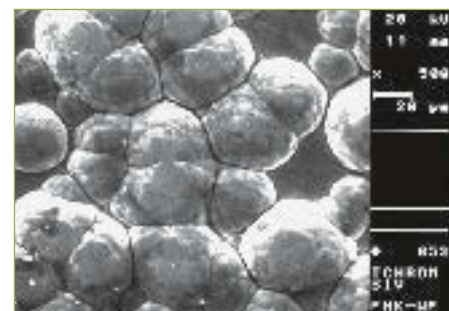


Abb. 13: REM ANSICHT DER SCHICHT 4

Castrol RS oW-40 ist ein vollsynthetisches Produkt und kostet das Doppelte von dem bisher verwendeten Agip SB 15W-40. Um die Messergebnisse besser vergleichen zu können, wurden diese im selben Diagramm aufgezeichnet (s. Abb. 14 und 15).

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der vollsynthetische Schmierstoff von Castrol im Vergleich zu Agip weniger Reibung verursacht: 20% beim Schichttyp 1 und bis zu 12% bei den Schichten 2 und 4. Überraschenderweise entstand trotz besserem Schmierstoff deutlich mehr Reibung beim Stahl-Cu System. Dies ist dadurch erklär-

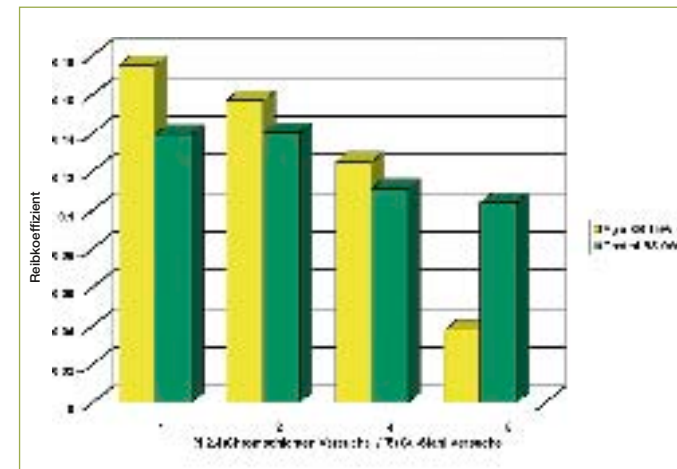


Abb. 14: REIBKOEFFIZIENT BEI VERSCHIEDENEN SCHMIERSTOFFEN

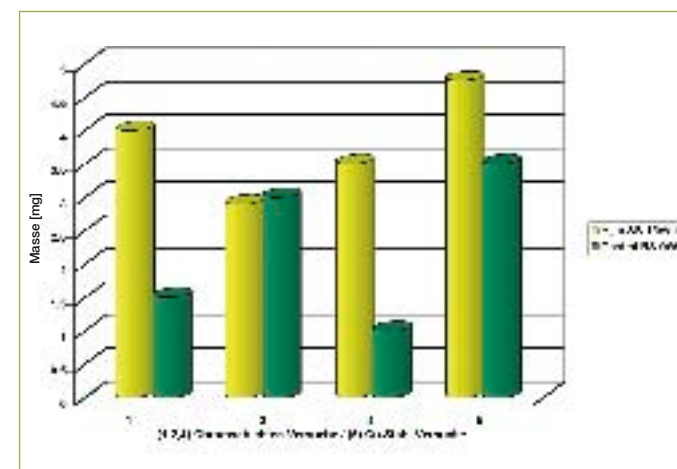


Abb. 15: GRAVIMETRISCHER VERSCHLEISS DER STIFTE BEI VERSCHIEDENEN SCHMIERSTOFFEN

bar, dass die sehr glatte Oberfläche der Werkstoffe keine Adhäsionseigenschaften für Schmierstoffe mit geringer Viskosität besitzen. Der hochwertigere Schmierstoff hat auch deutlich weniger Stiftverschleiß verursacht: 60% beim Schichttyp 1 und bis zu 70% bei der Schicht 4. Nach den ersten zwei Versuchsetappen weisen die Topocrom-Stahl Tribosysteme insgesamt weniger Verschleiß auf als die Stahl-Cu Tribosysteme.

ETAPPE 3

Während der dritten Etappe wurden die bisherigen Rotationsversuche bei konstan-

ter Geschwindigkeit durch Oszillationsversuche ersetzt. Oszillation ist die reale Dynamik des Kolbenbolzen-Pleuel Tribosystems: meistens ist der Bolzen fest im Pleuel montiert und bewegt sich frei in der Pleuel. Es wurden dieselben Versuchsparameter und Schmierstoffe wie bei der zweiten Etappe benutzt, um die Ergebnisse der letzten zwei Etappen vergleichen zu können. Bei den Oszillationsversuchen entsteht im Durchschnitt ca. 20% mehr Reibung als bei den Rotationsversuchen. Oszillation unterscheidet sich von Rotation durch den so genannten „Null-Punkt“, wo der bewegende Teil seine Oszillationsrichtung ändert.

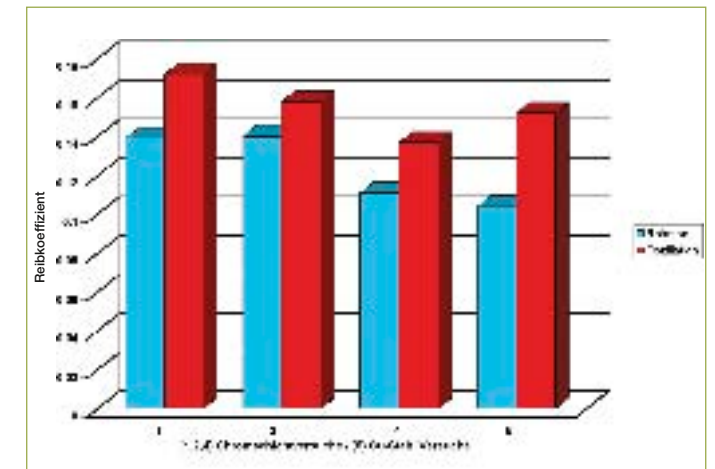


Abb. 16: REIBKOEFFIZIENT BEI ROTATION UND OSZILLATION

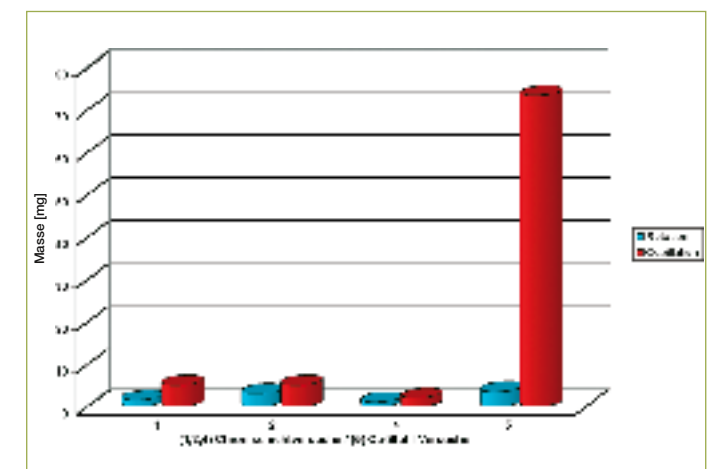


Abb. 17: GRAVIMETRISCHER VERSCHLEISS DER STIFTE BEI ROTATION UND OSZILLATION

Im Nullpunkt wird die Schmierstoffschicht, die sich zwischen den rotierenden Teilen des Tribosystems gebildet hat, zerstört und die Mischreibung ändert sich für Sekundenbruchteile bis zu Trockenreibung.

Bei der Analyse des Verschleißdiagramms fällt der große Unterschied beim Cu-Stahl Tribosystem zwischen Rotation und Oszillation auf. Bei den Topocrom-Systemen hat Oszillation 30% (Schichttyp 3) bis 60% (Schichttyp 1) mehr Verschleiß verursacht. Beim Cu-Stahl System sind es bis zu 700% mehr Stiftverschleiß. Das unterstreicht den Effekt des Nullpunkts auf die Werkstoffe.

topocrom

Unternehmen für hochwertige Oberflächen-Technologien

Hartchrom-Beschichtungen mit definierten Oberflächen nach dem Reaktorprinzip.

Entwicklung, Pilotserien und Verfahrensentwicklungen. Reaktorverchromungen von Druck- und Einzugswalzen, Abrasionsfeste Innenverchromungen.

Internationaler Anlagenbau: Reaktor-Verchromungsanlagen für Feinblech-Dressierwalzen, System Topocrom® und Pretex®.

Topocrom GmbH
Hardtring 29
D-78333 Stockach
Telefon 0049 (0)7771 93 630
Fax 0049 (0)7771 93 63 11
info@topocrom.com

Topocrom Systems AG
Fohlenweide
CH-8570 Weinfelden
www.topocrom.com
info@topocrom.com

Bei Trockenreibung ist der Verschleiß der klassischen Gleitwerkstoffe wie z.B. den Kupferlegierungen extrem hoch. Die sehr guten Reibeigenschaften dieser Werkstoffe nützen bei fehlender Schmierung sehr wenig. Im Gegensatz dazu kann eine Schichtart wie Topocrom Schmierstoff auf der Struktur der Oberfläche ablagern und dadurch bei fehlender Schmierstoffzufuhr den Verschleiß verringern.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Zweck der Untersuchungen war die Tribo-Analyse mehrerer Topocrom-Schichtarten unter Bedingungen wie sie in KFZ-Motoren vorkommen. Die Versuchsergebnisse sollen zeigen ob und welche Schichtart für die Beschichtung des Pleuellagers geeignet und ob ein Lager im Pleuellager noch notwendig ist.

Alle Versuche sind auf einem Tribometer durchgeführt worden. Das Tribosystem besteht aus einem Grundkörper in Form eines Stiftes, der mit einer bestimmten Kraft gegen den rotierenden Körper in Form einer Scheibe gepresst wird. Um die Eigenschaften und die Vorteile einer Hochleistungsschicht wie Topocrom besser nachweisen zu können, wurden zwei Schmierstoffe unterschiedlicher Qualität und zwei unterschiedliche Bewegungsarten (Rotation und Oszillation) untersucht.

Während der drei Versuchsetappen wurden die vier neuen Tribosysteme (bestehend aus den vier Topocrom-Schichten und Stahl) und das „klassische“ Referenz-Tribosystem (bestehend aus Stahl und einer Kupferlegierung) getestet. Die erste Versuchsreihe hat gezeigt, dass die Topocrom-Schicht mehr Reibung aber weniger Verschleiß verursacht als die klassischen Werkstoffe. Bei der zweiten Etappe wurde ein hochwertiger Schmierstoff verwendet. Der Reibkoeffizient ist damit im Durchschnitt um 10 bis 20% reduziert worden und der Verschleiß um 60 bis 70%. In der dritten Etappe wurde die Versuchsdyna-

mik von Rotation zu Oszillation geändert. Trotz verschärfter Versuchsbedingungen hat sich der Verschleiß bei den Topocromsystemen in Grenzen gehalten (nur 30% mehr bei Schichttyp 4) im Gegensatz zum Referenz-Tribosystem, bei welchem bis zu 700% mehr Verschleiß gemessen wurde. Der Schichttyp 4 eignet sich am besten von allen vier getesteten Topocrom-Schichten für eine mögliche Anwendung im Bereich der Verbrennungsmotoren. Die Verwendung von Hochleistungsschichten wie Topocrom, erhöht die Funktionsdauer sowie die Wartungsintervalle beanspruchter Motorenbauteile und verringert gleichzeitig die Kosten.

7 LITERATUR

[1] Maier, K.: Beschichten von Pleuellagern für PKW- und NKW-Motoren. FVV, Hochleistungsschichten für Verbrennungsmotoren, Workshop, Frankfurt a.M., Februar 1999.

[2] Laakmann, M. und Michler, T.: Kohlenstoffschichten für hochbelastete Fahrzeugkomponenten. FVV, Hochleistungsschichten für Verbrennungsmotoren, Workshop, Frankfurt a.M., Februar 1999.

[3] Radu, I. Serban: Cercetari privind utilizarea straturilor de inalta performanta in cuplele de frecare ale mecanismului motor, Teza de Doctorat, Universitatea Transilvania Brasov, 2003.

[4] <http://www.topocrom.com>.

Werte leben. Verantwortung übernehmen. Auch für die Zukunft.

Seit unserer Gründung 1993 haben wir uns von einem Ingenieurbüro für die Planung und Montage von Photovoltaikanlagen zu einem namhaften Hersteller von Photovoltaik-Systemkomponenten entwickelt. Wir entwickeln und produzieren hochwertige Solar Cells, Solar Module und Solar Inverter. Wichtigster Garant zur erfolgreichen Umsetzung unserer Ziele sind unsere qualifizierten und motivierten Mitarbeiter.

Weitere Informationen über uns erhalten Sie bei Sunways AG, Photovoltaic Technology, Macairestraße 3 – 5, D – 78467 Konstanz oder unter www.sunways.de.

sunways
Photovoltaic Technology





PROFESSOR DR.-ING.
BURKHARD LEGE;
1987-1993 Studium
Maschinenbau, Vertie-
fungsrichtung Schienenfahrzeuge und
Grundstudium Anglistik; 1989-1990
Programmierer bei der CO-CAM Compu-
ter Group, Sydney, Australien; 1992-1993
Englischdozent für Fachabitur bei der
Management Akademie, Essen; 1993-
1998 Wissenschaftlicher Mitarbeiter
an dem Institut für Fördertechnik und
Schienenfahrzeuge, RWTH Aachen; 1998
Promotion: „Sicherheit und Entwicklung
eines Selbsttätig Signalgeführten Trieb-
fahrzeugs (SST)“; 1998-2000 Ingenieur
in der Entwicklung/Konstruktion, u.a.
als technischer Projektleiter Viersystem-
Lokomotive Baureihe 189 und Leiter der
Gruppe „System Engineering“ bei der
Siemens Krauss-Maffei Lokomotiven
GmbH; 1997-2005 Fachredakteur der
Zeitschrift ZEVrail Glasers Annalen, Zeit-
schrift für Eisenbahntechnik der Georg
Siemens Verlagsbuchhandlung, Berlin;

seit 2000 Professor an der Hochschule
Konstanz, Technik, Wirtschaft und
Gestaltung, Fakultät Maschinenbau; seit
2001 Dozent im Nebenamnt an der Fach-
hochschule Ostschweiz, Hochschule für
Technik, Wirtschaft und Soziale Arbeit in
St. Gallen (CH); Lehrgebiete: Konstrukti-
onslehre, CAD, Technische Mechanik;
seit 2003 Programmdirektor für den
internationalen Master-Studiengang
„Mechatronik“;
seit 2005 Programmdirektor für den
Master-Studiengang „Automotive
Systems Engineering“;
Mitglied in der „Deutschen Maschinen-
technischen Gesellschaft“ (DMG) und
dem „Verein Deutscher Ingenieure“
(VDI).

ABSTRACT

The TRG (Toroid-Ring-Gearing) is a CVT (Continuously Variable Transmission) that combines advantages of two other successful designs of CVT with friction wheels, a transmission with cones and friction ring (KRG) and a transmission with toroidal friction wheels and a friction disk (TG). The TRG combines the friction ring of the KRG with the toroidal friction wheels of the TG. A comparison of some features associated with wear, size, performance and costs shows that the TRG has advantages to the other designs. A design model of the TRG and its functionality are introduced and an outlook of the further development given.

INTRODUCTION

Continuously Variable Transmissions (CVT) have the potential to become equivalent alternatives to conventional gearings in the future [1]. The Toroid-Ring-Gearing (TRG: Toroid-Ring-Getriebe, fig. 1) is an invention of the University of Applied Sciences of Konstanz that combines features of two promising CVT-concepts, a CVT with conical friction wheels and a friction ring (KRG: Kegel-Ring-Getriebe, fig. 2) [2, 3] and a transmission with toroidal friction wheels and a friction disk (TG, fig. 3) [4, 5, 6]. Currently there exist two different versions of the TG.



FIGURE 1: CAD-MODEL OF A TOROID-RING-GEARING (TRG)¹

These are the transmissions where the friction wheels enclose approximately a full or complete torus (TG-F) and those where they enclose roughly half of a torus (TG-H).

This paper explains the functional differences of the four CVT mentioned above (using examples of similar size and design). Hertzian contact pressure, bearing forces, drill slippage, and physical size and number of components are among some of the important parameters studied. Furthermore, the functionality of a TRG which is optimised for wear and service life is explained. This paper concludes with an outlook on further development of TRGs.

1 DESIGN CONCEPTS OF DIFFERENT CVT

A CVT that is mechanically driven, that has a simple design and does not require powerful hydraulic or electric actuators for the variation of the transmission ratio, would be compelling. Low cost and high reliability could be achieved. Currently, CVTs either employ friction wheels like those CVT mentioned above or belt drives needing powerful actuators to change the transmission ratio. Thereby the belts are either quite complex steel belts or rubber belts with limited service life. These CTVs have been successfully employed in different cars [1]. Nevertheless, this paper will explore on the chances entailed replacing them with a much simpler design, the TRG.

The four different CVT without belt that were mentioned in the first paragraph each work with two wheels with contact surfaces that allow a rolling contact with different radii. The friction forces between those two wheels are transmitted via a rotating component of much smaller contact surface. The bigger wheels clamp the smaller transmitter with high normal forces in order to allow the transmission of high friction forces. This transmitter is either a disk in the TG or a ring in the KRG and TRG

¹ photorealistic rendering by A. Maas

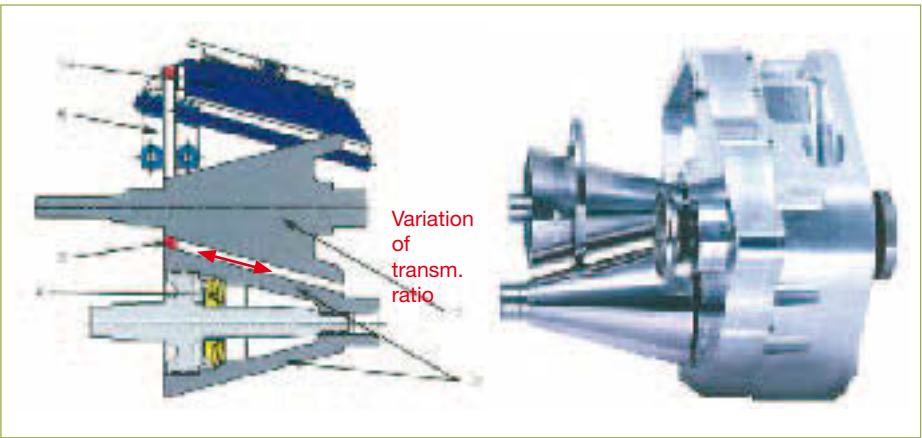


FIGURE 2: KRG WITH CONES (POS. 1 & 2) AND FRICTION RING (POS. 3) [3]; POS. 4 IS A TORQUE SENSOR, POS. 5 THE VARIATOR

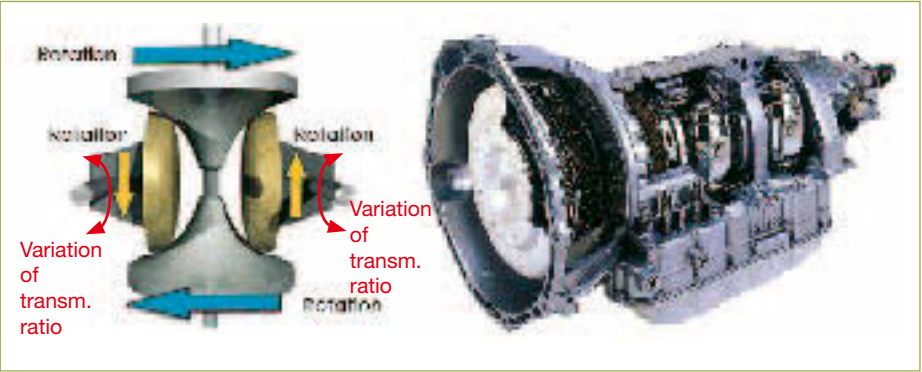


FIGURE 3: TG-H WITH TOROIDAL WHEELS AND FRICTION DISK [5,6]

and has an additional degree of freedom in order to realise the shifting between different transmission ratios.

The main differences between the types of transmissions discussed are the shape of the friction surfaces of the two friction wheels and the shape and movement of the transmitter. Table 1 provides information about the general shapes of the three parts the friction transmission comprises of. Green and red arrows indicate the rotation axis and the movement of the transmitter in order to change the transmission ratios, respectively. The two bigger friction wheels rotate about their centre line. Their movement is biased axially to clamp the transmitter (ring or disk).

In order to work as transmissions for cars, these friction gearings have to get completed by a clutch or converter, a reverse gear, and actuators to change the transmission ratio. Especially the TGs also require an additional gear to obtain the necessary overall transmission ratio. Those additional parts are not subject of this paper, which concentrates on the part for the variation of the transmission ratio with friction wheels.

It is also possible to combine multiple identical wheel pairs in series or parallel in order to achieve a higher range of transmission ratios or a higher transmissible power (fig. 3). This leads to complex gearboxes with many components while this study aims at finding a simple and inexpensive concept

for a transmission comprising of few and simple components. Therefore, only single wheel pairs are being compared.

Assuming that the range of transmission ratios, transmitted torque, rotational speed and the materials are the same for comparable CVT of the four introduced designs the different CVT will have almost the same performance but will differ in size, costs, service life, wear and overall shape. Those differences will be discussed to show that the TRG has certain advantages in comparison to the other designs.

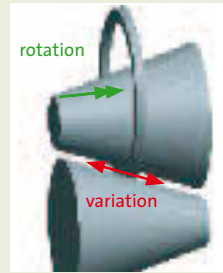
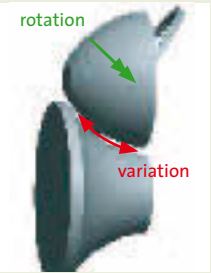
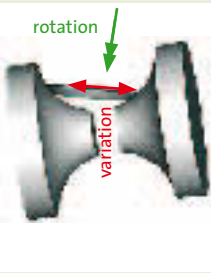
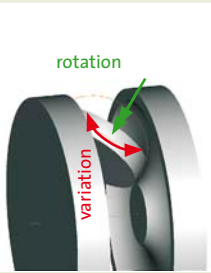
2 TRANSMISSION RATIO AND GEOMETRY

Figure 4 shows the geometry of the four CVT-designs discussed. The main parameters which are needed to calculate transmission ratios, Hertzian pressures, drill slippage and size of the CVT are defined by the sketches.

The transmission ratio for the CVT with a ring is

$$i_{TRG/KRG} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2 \cdot r_{Ri}}{r_1 \cdot r_{Ra}} = \frac{r_2}{r_1} \cdot \left(\frac{r_{Ri}}{r_{Ri} + h} \right) \quad (eq.1)$$

where r_{Ri} and r_{Ra} are the inner and the outer radii of the ring and h its radial thickness. The index 1 stands for the parameters of the friction wheel of the input shaft, the index 2 for the parameters of the one of the output shaft. In the examples of fig. 4 the ring encloses the wheel of the input side. The wheel on the input side of the TRG is convex in all sections. For the usual transmissions with a transmission ratio $i > 1$ the input wheel ist also the smaller wheel of the two. In order to achieve a similar Hertzian contact stress in both contact points, the input wheel therefore must be the one enclosed with the ring and have good osculation by this means.

| CONE-RING-GEARING | TOROID-RING-GEARING | TOROID-GEARING | |
|--|---|---|---|
| KRG | TRG | TG-H | TG-F |
|  |  |  |  |

Geometry of the surface of the friction wheels

| | | | |
|---------|----------|----------|----------|
| Conical | Toroidal | Toroidal | Toroidal |
|---------|----------|----------|----------|

Geometry of the transmitter

| | | | |
|----------------------------|--|--|---|
| Ring with conical surfaces | Ring with spherical or toroidal surfaces | Disk which is an eccentric slice of a sphere | Disk which is a central slice of a sphere |
|----------------------------|--|--|---|

Movement of the transmitter during variation of transmission ratio

| | | | |
|-------------|----------|----------|----------|
| Translation | Rotation | Rotation | Rotation |
|-------------|----------|----------|----------|

Lateral displacement at the contact points during variation of transmission ratio

| | |
|---------------------------------------|---|
| by rolling sideways at a slight angle | by lateral slippage against friction forces |
|---------------------------------------|---|

TABLE 1: FEATURES OF FOUR SIMILAR CVT-DESIGNS, THE ARROWS INDICATE THE MOVEMENT OF THE TRANSMITTER

The transmission ratio for the TG is simply

$$i_{TG} = \frac{r_2}{r_1} \quad (\text{eq.2})$$

For thin rings with $h \ll r_{Ri}$ equation 2 can also be used to determine the transmission ratio of the KRG and TRG.

3 CLAMPING FORCE AND HERTZIAN CONTACT STRESS

The clamping force F_N , which is needed to transmit the torque T by friction, is deter-

mined by the radius of the contact section of the input wheel r_i and the friction coefficient μ . The coefficient μ is a function of the materials of the parts in contact, the lubrication and the slip in the contact point. In order to compare the design variants the coefficient μ is assumed to be the same for all four CVT designs.

$$F_N = \frac{T}{r_i \cdot \mu} \quad (\text{eq.3})$$

Efficient friction gears have only become possible, because nowadays there are materials and lubricants that withstand

high contact pressures. Nevertheless, the pressure p_{max} at the contact point is still a limiting factor for the power that can be transmitted by friction wheels. Therefore, this pressure will be compared for all four design variants.

For the following calculations, the short contact lines between the friction wheels and the ring or the disk will be regarded as straight lines. This is viable because the surface normals on the contact surfaces of the ring on both sides enclose only a small angle. Thus, to estimate the Hertzian stress, the wheels may be represented by cylinders with straight contact lines. The curvature that is used to calculate the Hertzian stress is to be found in the plane that is normal to the line of contact and contains the line of the normal contact force F_N (fig. 5), called plane of curvature. The radii of the curvature of the contact surfaces may be estimated by the inscribed cones that are tangential to the wheels in the point of contact. It can be shown that the section of the cone in the plane of curvature is an ellipse that has a curvature R_{wheel} at the contact point of

$$R_{wheel,1} = \frac{r_1}{\cos(\alpha)} \quad (\text{input side})$$

$$\text{and } R_{wheel,2} = \frac{r_2}{\cos(\alpha)} \quad (\text{output side}). \quad (\text{eq. 4})$$

Equation 4 describes the absolute value of the curvature radii of the wheels for all four types of CVT. The curvature radius of the contact partner, the transmitter, is $r_{Ra} = r_{Ri} + h$ for the outer side of the ring of the TRG as well as the disk of the TG. The radius r_{Ri} assumes a negative value for the inside of the ring of the TRG because it is concave. All these radii lie in the plane of curvature and therefore do not need a correction by $\cos(\alpha)$. The ring of the KRG has conical surface and the radii r_{Ra} and $-r_{Ri}$ are measured at an angle α to the plane of curvature. The same deliberations made for the wheels are applicable for the ring of the KRG. Therefore the radii of the ring of the KRG have to be divided by $\cos(\alpha)$ in order to get the curvature radius of the surfaces.

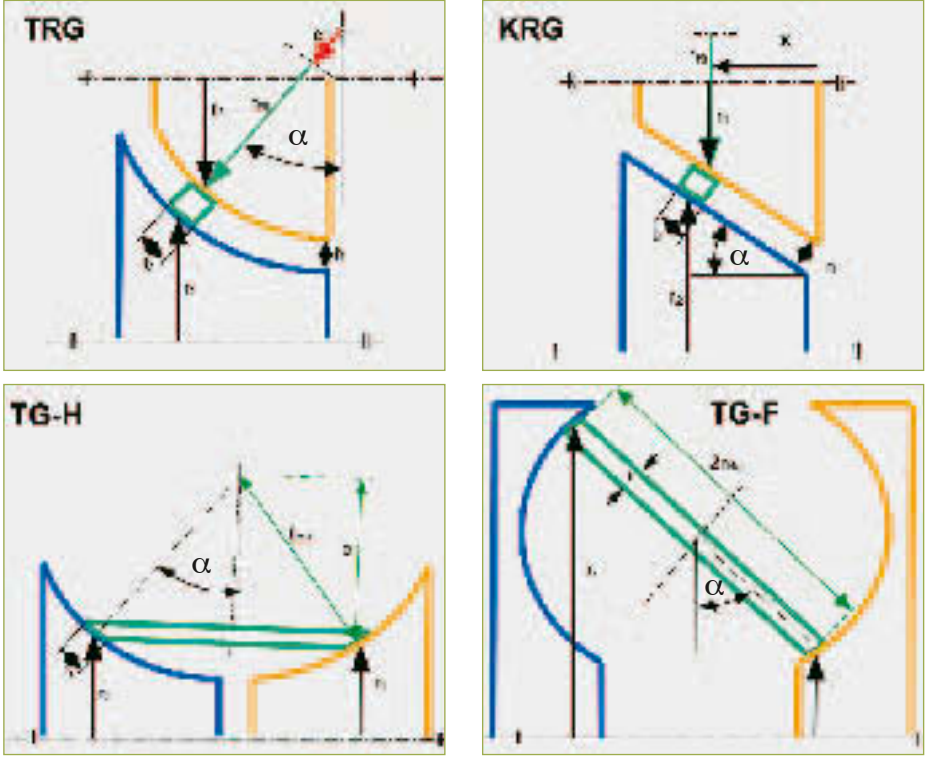


FIGURE 4: GEOMETRY OF THE FOUR CVT-DESIGNS, DEFINITION OF PARAMETERS

| PARAMETER / DESIGN | KRG | TRG | TG-H | TG-F |
|---------------------|-------|-------|---------|---------|
| r_{1min} | 20 mm | 20 mm | 20 mm | 20 mm |
| r_{1max} | 56 mm | 55 mm | 48 mm | 48 mm |
| r_{2min} | 31 mm | 31 mm | 20 mm | 20 mm |
| r_{2max} | 67 mm | 68 mm | 48 mm | 48 mm |
| α_{min} | 24.5° | 10° | 54°-15° | 90°-24° |
| α_{max} | 24.5° | 41° | 54°+15° | 90°+24° |
| r_{Ri} | 60 mm | 60 mm | - | - |
| r_{Ra} | 68 mm | 68 mm | 68 mm | 68 mm |
| e | - | 91 mm | 40 mm | - |
| i_{min} | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 |
| i_{max} | 3 | 3 | 2.4 | 2.4 |
| i_{max} / i_{min} | 6 | 6 | 6 | 6 |

TABLE 2: PARAMETERS OF THE CVT COMPARED

The maximum pressure of two cylinders touching in a contact line can be calculated by equation 5, where E is the Young's modulus and ν the Poisson's ratio of the material. The radii $r_{body,j}$ are the curvature radii of the contacting bodies ($R_{wheel,j} \cdot r_{Ri/a}$ or $r_{Ri/a} / \cos(\alpha)$) as discussed above.

$$p_{max} = \sqrt{\frac{F_N \cdot E}{2\pi \cdot b(1-\nu^2)} \left(\frac{1}{r_{body1}} + \frac{1}{r_{body2}} \right)} \quad (\text{eq. 5})$$

When the material of the bodies is the same for all four CVT, it is sufficient to compare the total curvature of the connected bodies Σk from equation 6, in order to de-

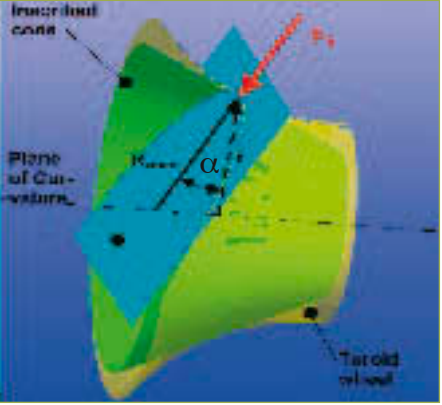


FIGURE 5: CALCULATION OF THE CURVATURE OF THE TOROIDAL FRICTION WHEEL

termine advantages and disadvantages of the designs concerning the Hertzian contact pressure in the contact points.

$$\Sigma k = \frac{1}{r_{body1}} + \frac{1}{r_{body2}} \quad (\text{eq. 6})$$

The total curvature Σk of the four designs will be compared for the values given in table 2. The parameters of table 2 have been chosen in order to provide similar CVT with identical ranges of the transmission ratios i_{max} / i_{min} and identical minimal radii on the input side r_{1min} as well as identical radii r_{Ra} of the ring or disk in between the wheels. The other parameters are chosen such that the compared CVTs are as similar as possible. The values in table 2 have been rounded.

If the material of both contact areas is the same, the normal force F_N in the contact area is delimited by the curvature Σk . Fig. 6 depicts the maximum values of the curvatures Σk .

Low curvatures reflect good osculation and allow high normal forces F_N and thus high transmittable torque T . The normal force that can be born by the contact area grows with $1/\sqrt{\Sigma k}$. Fig. 6 indicates that the KRG and TRG have a similar behaviour regarding this aspect while the TG-H shows advantages for lower transmission ratios and the TG-F has an overall advantage.

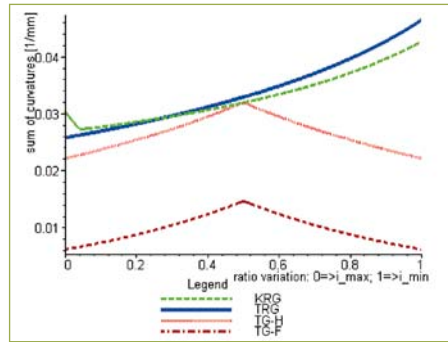


FIGURE 6: SUM OF CURVATURES $\Sigma\kappa$ FOR ALL FOUR CVT DESIGNS. LOW $\Sigma\kappa$ ALLOW HIGH NORMAL FORCES F_N AND THE TRANSMISSION OF HIGH TORQUE T

4 BEARING FORCES

Compared to gearings with toothed wheels friction transmissions have generally the disadvantage that high clamping forces are needed in order to transmit torque with low friction coefficients. To bear these forces big bearings must be used which in turn have low speed limits. Especially the combination of high axial forces and high number of revolutions may reduce the service life of bearings in an unsuitable manner.

In order to compare the four designs of CVT concerning forces in the bearings it is assumed that each has to transmit a torque of $T=150\text{Nm}$ at the input shaft. The friction coefficient is $\mu=0,085$ [1]. The normal force F_N can be calculated and resolved in radial and axial forces by equation 7.

$$F_N = \frac{T}{r_1 \cdot \mu}$$

$$F_{\text{radial}} = F_N \cdot \cos(\alpha) \quad (\text{eq.7})$$

$$F_{\text{axial}} = F_N \cdot \sin(\alpha)$$

Figure 6 shows the necessary forces for the transmission of T . It shows that the two designs with a disk TG-H and TG-F need much higher axial forces than the CVT with rings. In cars the low transmission ratios (corresponding to high gears) are used much more often than the high transmis-

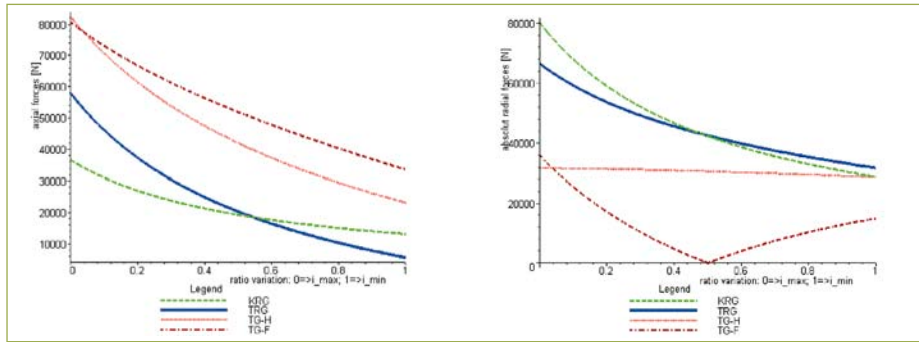


FIGURE 7: AXIAL AND RADIAL FORCES NEEDED TO TRANSMIT A GIVEN TORQUE T

sion ratios. For the low transmission ratios the TRG proves to be the best design concerning axial forces in bearings. For higher transmission ratios, that are needed less often, the KRG is suited best.

In the case of the TG-H the radial forces shown in fig. 7 result in high axial forces for the bearing of the disk. While the bearings of the disk of the TG-F and the guiding rollers for the rings of the KRG and TRG do not have to carry any load the bearing of the disk of the TG-H therefore has the disadvantage of needing a costly axial bearing.

5 DRILL SLIPPAGE

Friction transmissions unfortunately show unavoidable slippage in the contact points. The slippage leads to wear and limits the service life of the components. The circumferential slippage can be reduced by using traction fluids and applying high normal forces. In this respect the four CVT designs are equivalent.

In addition to the circumferential slippage all CVT designs show drill slippage, because the axles of the rolling parts (wheels, rings, disks) and the contact line are not parallel and straight lines. The necessity to change transmission ratios lead to angles between the axles and the contact line or between the axles of rotation in all possible CVT with friction wheels. As shown in fi-

gure 8 the drill slippage in the contact line between the ring and the input wheel solely depends on the angle α of the surface normal and on the speed ω_i of the input wheel.

$$\omega_{\text{drill}} = \sin(\alpha) \cdot \omega_i \quad (\text{eq.10})$$

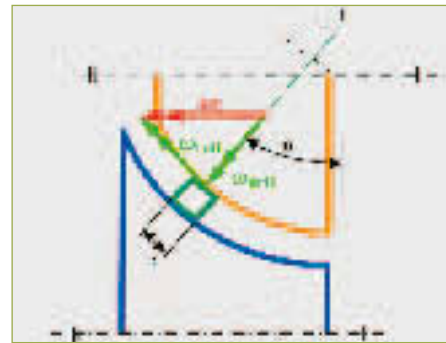


FIGURE 8: DRILL SPEED SLIPPAGE IN CONTACT POINT

Assuming again that the input speed ω_i is the same for all four CVT designs, it suffices to compare $\sin(\alpha)$ in order to determine the properties of the CVT designs concerning drill slippage.

The TRG shows the least drill slippage for the crucial low transmission ratios, the KRG the least slippage for high transmission ratios (fig. 9). The TGs have severe disadvantages concerning drill slippage. Overall the TRG will prove to have the least wear caused by drill slippage because it has the lowest value for $\sin(\alpha)$ for the most often utilized low transmission ratios.

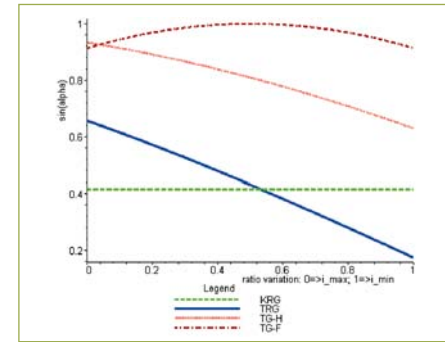


FIGURE 9: COMPARISON OF $\sin(\alpha)$ AS A QUALITY FACTOR CONCERNING DRILL SLIPPAGE, LOW VALUES OF $\sin(\alpha)$ REFLECT LOW DRILL SLIPPAGE

6 SIZE, NUMBER OF PARTS

Though the main parameters chosen in table 2 are similar for all four CVT designs, the amount of space the solutions use differs. Figure 10 shows that the KRG takes up more space than the other CVT, the TG-F less. The section area circumscribed by the surfaces of the wheels and the disk of the TG-F is 72% of that of the KRG. This comparison does not take into account the room for the big axial bearings that both TG require which decreases their advantage severely. It also neglects the third dimension, normal to the sketches in fig. 10

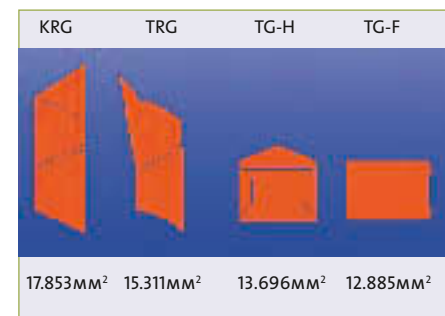


FIGURE 10: SURFACE AREA OF THE SECTIONS THAT ARE CIRCUMSCRIBED BY THE SURFACES OF THE FRICTION WHEELS AND THE RING/DISK IN BETWEEN; NO MATERIAL THICKNESS IS ADDED; ALL RADII TAKEN FROM TABLE 2

Taking into account that bearings can partially be integrated into the space taken up

by the friction wheels the TG can be built slightly smaller and axially longer than the CVT with rings. Together with the aspect that their input shaft and output shaft are coaxial that makes the TG suitable for cars with rear wheel drive. The KRG and TRG do not have coaxial shafts on the input and the output side and are higher but shorter than the TG. The KRG has been both realised for cars with front and rear wheel drive. The TRG has an advantage over the KRG because the space utilized for the movement of the ring is less.

The number of parts for all CVT designs is similar. The guidance of the ring during the variation of the transmission makes the employment of a couple of small rollers necessary. The KRG is built with four of them. It is not yet determined whether the TRG needs six or less (see chapter 10). The TG-F needs heavy-duty bearings for the bearing of the intermediate disk. The TG-H only needs small bearings for the bearing of the disk. Both TG need powerful actuators to change the transmission ratio, while there is almost no power necessary at all to change the transmission ratio of the CVT with rings. Therefore the actuators can be small and the overall efficiency of the gearing higher than that of the TG.

While the ring of the KRG moves translationally the ring of the TRG and the disks of the TG perform rotational motions during the variation of the transmission ratio. The bearings for small rotational movements are much cheaper than those for linear movements. There is also no danger of getting jammed during the rotation while a guidance of the ring with two parallel linear bearings comprises the danger of jamming though it can be avoided by an intelligent design. Nevertheless the additional and more cost intensive parts needed for the linear movement are seen as a disadvantage of the KRG.

7 VARIATION OF THE PRESSURE IN THE FRICTION POINTS

Equation 7 shows that the normal force F_N necessary to transmit a given torque T depends on the effectual radius of the input wheel r_1 and the torque T itself. The KRG therefore has a mechanical torque sensor that transforms the torque T into thrust (axial force F_v) by balls and ramps. This method would work for all four CVT designs equally.

Furthermore it is suggested to make the normal force dependant on r_1 by changing the surface of the cones slightly from conical to slightly bellied or depressed [7, 8]. In combination with a spring that changes F_N according to the axial position of the friction wheels F_N becomes dependant on the position of the ring. When moving the ring to a position where the gap between the two wheels becomes narrower, the wheel has to yield and move axially thus changing the axial bias force F_v which again determines the clamping force F_N .

This method to vary the clamping force with the transmission ratio would work for all four CVT designs but it necessitates an axial movement of the friction wheels under great radial force. This movement either has to overcome a correspondingly great friction force or additional bearings or rollers have to get employed to reduce this friction force.

Therefore here another method to change the clamping force F_N with the transmission ratio is suggested. The small rotational movement of the ring of the TRG and its guidance or of the disks in the TG during the variation of the transmission ratio – shown by the red arrows in table 2 – can easily be translated into a linear movement by an eccentric. Together with a lever and a spring this eccentric can generate a bias force that depends on the position of the ring. The wheels would stay in place and

there would be no or little friction involved. The next chapter shows the design of this concept. The solution does not work for the KRG because of its translational motion of the ring during the variation of the ring.

8 CONCEPT FOR A TRG

Figure 11 shows a CAD model of a TRG with the necessary components to variate the transmission ratio and to generate a bias force F_v depending on the transmissible torque T and the position of the ring. The transmission ring (dark green) revolves around its own centre and is clamped between the friction wheel on the input side (green) and the wheel on the output side (dark violet). The shaft of the input side is born by two CARB toroidal bearings (yellow), a fairly new type of roller bearing that combines the advantages of spherical roller bearings and needle bearings. The shaft on the output side is born by a taper roller bearing and two cylindrical roller bearings (all blue). The housing that contains the bearings is not shown. The interface to the engine is situated on the right side at the top. It consists of a coupling (grey) where the journal of a shaft can be inserted. The output side is just sketched as a journal of the output shaft on the left side of the lower shaft. In a gearbox for cars the components for a reverse gear could be added here.

The ring can change its position by swivelling around the axle journals (axle A_2) of the guiding frame holder (yellow) that are born by plain bearing bushes or simple deep groove ball bearings in the housing. These bearings are not shown. The swivelling is achieved by a slight excursion of the guiding frame (red) around axle A_1 that steers the ring to a new position with a new transmission ratio. After reaching the new position the ring has to get steered back to a straight position where its middle axle and the axles of the two friction wheels all

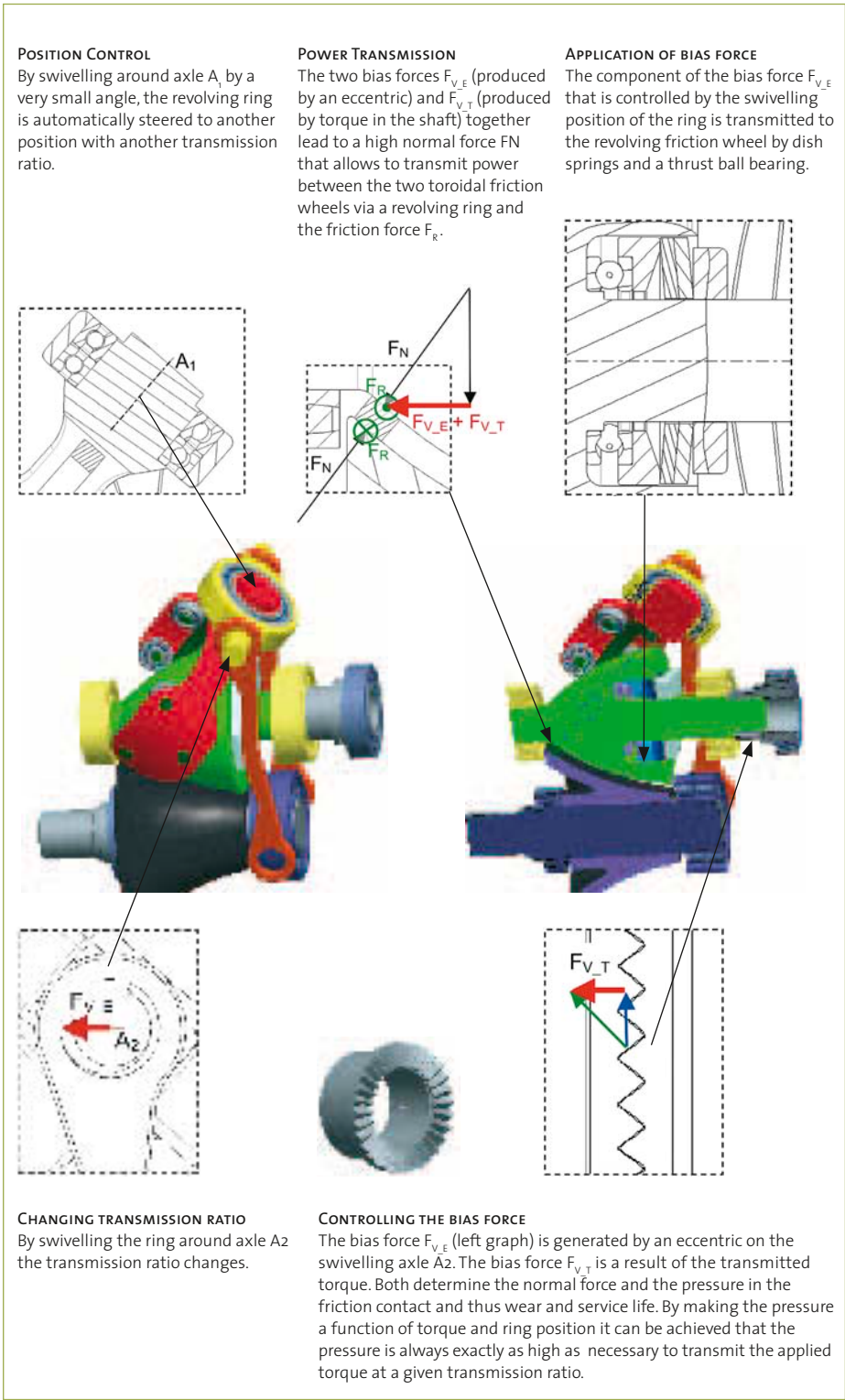


FIGURE 11: CONCEPT OF A TOROID RING GEARING TRG OPTIMIZED FOR WEAR AND SERVICE LIFE

lie in the same plane. The actuator for the steering motion is not shown. Because of the small steering angle that is needed several types of small actuators are possible.

The bias force that is responsible for the clamping force F_N consists of two components $F_{v,T}$ and $F_{v,E}$.

$$F_N = \frac{F_{v,T} + F_{v,E}}{\cos(\alpha)} \quad (\text{eq. 11})$$

Instead of the torque sensor of the KRG a simple toothed coupling works as actuator that generates a bias force $F_{v,T}$ that is proportional to the torque T , respective the circumferential force at the teeth on the front side of the coupling. The angle of the teeth determines the ratio $F_{v,T}/T$ and can easily be adapted to the requirements. Flat teeth lead to higher bias forces than pointed teeth. The thrust $F_{v,T}$ is born by a taper roller bearing (grey) on the right side of the coupling. The taper roller bearing could be contained in a cap of the housing. The torque sensor of the KRG would work as well, even with less hysteresis because of friction but would also consist of more parts.

The part of the bias force that depends on the position of the ring $F_{v,E}$ is generated by an eccentric at the axle of the guiding frame holder (yellow) that allows the swivelling of the ring guidance frame (red). The eccentric moves the eye of a lever (orange) slightly to the left. The other eye of the lever is fixed rotatable to the housing. Thus the middle of the lever presses against one or more dish springs (blue). The axial force of these springs is conveyed to the friction wheel by a thrust ball bearing.

9 THE VARIATION OF THE TRANSMISSION RATIO

Figures 1, 2 and 11 show ring guidances with four or even six rollers for the guidance of the ring. At a right angle to the revoluti-

on axle of the ring there is another axle (A_1 in fig. 11) that allows a steering of the ring. When the ring slightly turns around this steering axle it automatically rolls sideways to another position. This method of changing the transmission ratio works with the KRG and the TRG. In order to stay at a given position, the ring has to get steered perfectly straight.

The author intends to test other solutions with less complexity to steer the ring. One method with a one-sided ring guidance is shown in figure 12. The guiding rollers have spherical surfaces in order to allow a slight steering-angle of the ring. By applying a torque or slow rotation on the swivelling axle of the red guidance frame the ring has to follow that swivelling movement and will find the straight position automatically at the end of the swivelling movement. An axle for the steering is not necessary and the total number of bearings or rollers for guiding and steering the ring thus is reduced from eight to three.

This method works only for one rotational direction of the ring which is shown in fig. 4. There are possible variations of this type of guidance of the ring, with only two rollers or with rollers on both sides of the ring that are pre-stressed with springs of different stiffness. The difference in the stiffness could allow the same self-steering abilities as the one-sided arrangement.



FIGURE 12: TRG WITH SIMPLIFIED RING GUIDANCE

Further investigations will show how many guiding bearings or rollers are necessary to steer the ring from one position to another and to prevent it from vibrating. If a simpler ring guidance proved sufficient for the TRG the same guidance would probably work for a KRG as well.

10 CONCLUSION AND OUTLOOK





The comparison of four different CVT design concepts has shown that each has its advantages. Some of the features discussed are summarized in table 3. It can be concluded that the CVT with rings are superior to the TG with disks in most aspects. The advantages of the TRG over the KRG are:

- > replacement of expensive linear bearings by cheaper rotational bearings,
- > less requirement for space,
- > lower axial forces for low transmission ratios and
- > less drill slippage for low transmission ratios.

On the other hand the TRG shows a slightly higher Hertzian contact stress for low transmission ratios. Maybe also the more complicated shape of the friction wheels and the ring will prove to be a disadvantage of the TRG.

The TRG has shown to be a design concept for a CVT that is worthy further investigation. Therefore the University of Applied Sciences of Konstanz has applied for a patent of the TRG in March 2006 [9].

The CAD model (fig. 1 and 11) shows the concept for a transmission of a power of 55kW and a maximum speed of 5500rpm for all possible transmission ratios. The radii and transmission ratios of this gearing are listed in table 2. If a Hertzian stress of $P_{max}=2500\text{N/mm}^2$ were applied at all positions of the ring even a maximum power of 90kW for a medium transmission ratio would be possible.

| DENOMINATION | CONE-RING- GEARBOX | TOROID-RING- GEARBOX | TOROID-GEARBOX | |
|---|---|---|--|---|
| | | | HALF TOROID | FULL TOROID |
| ABBREVIATION | KRG | TRG | TG-H | TG-F |
| Sketch |  |  |  |  |
| Axial forces on friction wheels | low | low | high | high |
| Axial forces on intermediate ring/disk | none | none | high | none |
| Power needed for the variation of the transmission ratio | low | low | high | high |
| Drill slippage (compared for same width of ring / disk) | medium | medium for high trans. ratio, low for low trans. ratio | high | high |
| Possible range of transmission ratios | all | | limited by necessary symmetry of friction wheels | |
| Curvature of contact areas in the main section limiting the max. pressure | convex/concave in one contact (good osculation) convex/convex in other contact | | convex/convex in all contacts (good osculation) | |

Future work should include the optimisation of this gearing, as well as its completion with a clutch and/or converter and a reverse gear in order to be employable with cars. Optimisation work will include simulations of the dynamic behaviour and the stresses in the wheels, the ring and the shafts. Additionally, a small, low power version of the TRG will be rigged on a test bench in order to study its performance, and especially the performance of the ring guidance. However, the main objective for the near future will be to find an industrial partner, with whom the University of Applied Sciences Konstanz may endeavour to develop a TRG.

LITERATURE

- [1] Butsch, M.; Scafaru, C.: Moderne Fahrzeug-Automatgetriebe, fhk-forum 2005/2006, ISSN 1619-9812, S. 60-64.
- [2] Höhn, B., Michaelis, K., Graswald, C.: Leistungspotential und Wirkungsgrad stufenloser Reibradgetriebe, VDI-Berichte Nr. 1610, 2001, S.279-301.
- [3] Gesellschaft für Industrieforschung mbH (Hrsg.): The Cone Ring CVT, Firmenprospekt (www.gif-ac.com)
- [4] Grumbach, M., Dreiholz, R., Sich, B., Wafzig, J.: Systembetrachtungen zu Reibradgetrieben in Pkw, VDI-Berichte Nr. 1610,

2001, S.303-316.

[5] http://www.in.gr/auto/cartechnology/images/foto_big/in_cvt_jatco_o1.jpg
[6] <http://auto.howstuffworks.com/cvt6.htm>

[7] Rohs, U.: Kegelreibringgetriebe, Europäisches Patent EP o 878 641 B1, 18.11.1998 Patentblatt 1998/47.

[8] Reisch, M.: Kegelringgetriebe, Europäisches Patent: DE 10 2004 003 721 A1, 11.08.2005.

[9] Lege, B.: Reibrad-Getriebe, insbesondere Reibrad-Ring-Getriebe, Antrag auf Erteilung eines Patentes vom 03.03.2006, Aktenz. 10 2006 010 429.3-12.





PROF. DR.
HANS ALBRECHT SCHMID
war nach seinem
Studium an der Universität Stuttgart, am Institut National Polytechnique de Grenoble und nach seiner Promotion mit einem Doktorandenstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes als Assistent an der Universität Karlsruhe, als Gastprofessor an der University of Toronto und als Forschungsgruppenleiter an der Universität Stuttgart tätig. Darauf war er zehn Jahre im IBM Entwicklungslabor Böblingen in verschiedenen leitenden technischen und Management-Positionen tätig, bevor er als Professor an die HTWG Konstanz kam. Seine Forschungsschwerpunkte sind fortgeschrittene Softwaretechnologien in technischen und kommerziellen Anwendungsgebieten. Er hat eine größere Anzahl von Forschungsprojekten, darunter ein DFG-Projekt, durchgeführt und eine beträchtliche Anzahl international anerkannter Veröffentlichungen auf diesen Gebieten publiziert.



DIPL.-INF. (FH)
MARCO PFEIFER
Software-Engineering-
Studium an der HTWG
Konstanz. Seit Oktober 2005 Projektmitarbeiter der Hochschule Konstanz.

Mit der Komponentensprache Compiava lassen sich verteilte Systeme von Komponenten wesentlich einfacher erstellen als das bei kommerzieller Middleware der Fall ist. Außerdem ist die Komposition von lokalen Komponenten sehr viel effizienter als bei kommerzieller Middleware, so dass große, skalierbare Systeme durch Komposition von Komponenten erstellt werden können.

AUSGANGSPUNKT

Die Keimzelle von verteilten Systemen bildeten Anfang der 70er-Jahre Programme, die auf zwei über eine Telekommunikationsleitung miteinander verbundenen Computern abliefen und mittels eines Protokolls kommunizierten. Die Erstellung und Wartung solcher Systeme war extrem zeitaufwändig, weil sich der Entwickler – und damit ist selbstverständlich auch die Entwicklerin gemeint – dabei mit vielen, eigentlich einfachen, aber doch sehr fehleranfälligen Details beschäftigen musste (selbst wenn er sich auf ein schon vorhandenes Protokoll wie LSV2 aus dem Fertigungsbereich oder TCP aus dem Internet abstützen konnte). Das führte zu sehr großen Softwareentwicklungskosten im Vergleich zu den Kosten der Entwicklung lokaler Systeme.

Ein weiteres Problem war dabei, dass hinter einer derartigen Art von Rechnerkommunikation eine ganz andere Denkweise steckt als bei der lokalen Programmierung. Bei dieser ruft man Prozeduren, auch Funktionen genannt, auf oder Dienste und Methoden, die von Komponenten bzw. Objekten zur Verfügung gestellt werden. Deshalb wurden Anfang der 80er-Jahre entfernte Prozeduraufrufe in Form des RPC (Remote Procedure Call) eingeführt. Damit konnte die Zusammenarbeit von zwei „entfernten“ Programmen (d.h. Modulen auf entfernten Rechnern) in ähnlicher Weise wie die von zwei lokalen Modulen durchgeführt werden und all die einfachen, aber fehleranfälligen

Details der Kommunikationsabwicklung der RPC-Systemsoftware überlassen werden.

VERTEILTE OBJEKTE

Die Objektorientierung gewann seit Anfang der 90er-Jahre eine immer größere Bedeutung, ähnlich wie die Arbeit mit verteilten Dateisystemen, Drucksystemen oder, allgemeiner, Client-Server-Systemen. Somit kam die Idee von „verteilten Objekten“ auf, dass man nämlich Objekte auf verschiedene Rechner eines Rechnernetzes verteilen kann und die Methoden eines entfernten Objektes auf ähnliche oder möglichst gleiche Art und Weise wie die eines lokalen Objektes aufrufen kann. Die Zielsetzung [Black et al. 1987] war dabei folgende:

1. Die Programmierung mit „verteilten Objekten“, also Erstellung, Deklaration, Kreation und Aufruf von Methoden, sollte möglichst auf gleiche Art und Weise wie bei einem lokalen Objekt durchgeführt werden.
2. Man sollte die Zuordnung („Allokation“) von verteilten Objekten auf die Knoten eines Rechnernetzwerks ändern können, ohne dass eine Umprogrammierung erforderlich wird. In anderen Worten, die Software für die verteilten Objekte sollte unabhängig von der späteren Allokation der Objekte entwickelt werden, was man Allokations-Unabhängigkeit nennt.
3. Der lokale Aufruf der Methode eines verteilten Objektes, das auf dem gleichen Rechnerknoten allokiert ist, sollte die gleiche Effizienz haben wie der lokale Aufruf der Methode eines nicht-verteilten Objektes.

MIDDLEWARE

Obwohl es in der Forschung erfolgreiche Ansätze gab, verteilte Objekte direkt mit einer Programmiersprache zur Verfügung zu stellen [Black et al. 1987], setzten sich

in der Praxis Middleware-Systeme wie z.B. CORBA, Java RMI, DCOM und DotNet zur Verteilung von Objekten und später von Komponenten durch. Leider gelang es diesen nun schon klassischen Middlewaresystemen nur teilweise, die oben angeführten Ziele zu erreichen.

Zum Beispiel ist bei Java RMI die Programmierung von verteilten Objekten im Prinzip gleich wie die von lokalen Objekten. Aber im Detail gibt es doch Unterschiede, so dass die Programmierung von verteilten Objekten um einiges komplexer ist und einige Einarbeitung erforderlich macht. Auch kann man den Quellcode für ein lokales Objekt oder einen lokalen Methodenaufruf nicht einfach übernehmen und evtl. an ein oder zwei Stellen abändern, um daraus ein verteiltes Objekt oder einen entfernten Methodenaufruf zu machen, sondern man muss mehr oder weniger mechanisch im ganzen Quellcode kleine Details ändern. Bei den anderen Middlewaresystemen wie z.B. CORBA, DCOM und DotNet sind die Unterschiede noch viel größer und es ist noch viel mehr Einarbeitung erforderlich. Somit ist Ziel 1 nur teilweise erfüllt.

Die Middleware-Systeme stellen für entfernte Objekte oder Komponenten entfernte Schnittstellen zum Methodenaufruf zur Verfügung, die sich von den lokalen Schnittstellen unterscheiden, wie Abbildung 1 zeigt. Man kann über eine entfernte Schnittstelle auch einen „kollozierten“ Aufruf durchführen, wenn Aufrufer und aufgerufenes Objekt auf dem gleichen Rechnerknoten allokiert sind, so dass Ziel 2 erfüllt ist.

Aber leider sind die Kosten eines kollozierten Aufrufs über eine entfernte Schnittstelle fast so groß wie die bei einem entfernten Aufruf und somit wesentlich schlechter als die beim lokalen Aufruf über eine lokale Schnittstelle, wie Tabelle 1 zeigt. Ein kollozierter Aufruf über eine entfernte Schnittstelle verursacht also große Zusatzkosten, auf „neudeutsch“ Overhead genannt, so dass Ziel 3 nicht erfüllt ist.

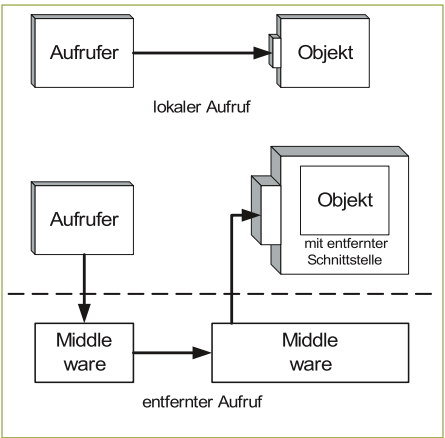


ABB. 1: KLASSISCHE REALISIERUNG VON VERTEILTEN OBJEKTEN/KOMPONENTEN MIT MIDDLEWARE

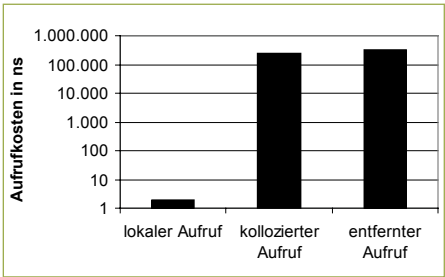


TABELLE 1: KOSTEN FÜR LOKALEN, KOLLOZIERTEN UND ENTFERNTEN AUFRUF DER METHODE INT INCREMENT(INT I) AUF EINEM 3 GHZ PENTIUM IV MIT WINDOWS XP

Dieser Overhead ist in vielen Fällen nicht tragbar, weil er die Effizienz des Gesamtsystems, d.h. die Antwortzeit oder den maximalen Durchsatz, zu stark verschlechtert. Deshalb gab es bei der zweiten Version des Enterprise JavaBeans Standard (EJB 2.0) großen Druck der Anwender, eine Lösung für dieses „collocated invocation overhead“-Problem zu finden [SUN 2001 b]. Daraufhin wurden sehr spät, in der letzten vorgeschlagenen Fassung der zweiten Version des Standards (proposed final draft 2 of the EJB 2.0 specifications as of 4/24/2001) [SUN 2001 a] lokale Schnittstellen zusätzlich zu den entfernten Schnittstellen für EJB-Komponenten eingeführt. Mit den lokalen Schnittstellen erfüllen EJB-Komponenten die Ziele 1 und 3, aber nicht mehr das Ziel 2 (vergleiche [Schmid 2002]).

VERTEILUNG VON KOMPONENTEN MIT COMPIAVA

Unser Ziel für die Verteilung von Komponenten mit Compiava [Schmid, Pfeifer, Schneider 2005] war, alle drei oben genannten Ziele zu erreichen. Ein verteiltes System von Komponenten wird durch die Komposition einer Komponente aus möglicherweise entfernt allokierten Subkomponenten erstellt, die wiederum aus Subkomponenten bestehen können, usw. Bei der Erstellung eines verteilten Systems von Komponenten mit Compiava ändert sich nichts gegenüber der im letzten Jahr skizzierten Vorgehensweise bei der Erstellung eines lokalen Systems [Schmid, Maucher, Pfeifer, Schneider, Ederleh, Hager 2005], außer dass zwei neue Schlüsselworte hinzukommen.

Ein verteilter Komponententyp, genauer gesagt, ein verteilbarer Komponententyp, wird durch das Schlüsselwort „remotable“ gekennzeichnet. Auf Komponenten eines verteilbaren Komponententyps kann man von entfernten Rechnerknoten aus zugreifen. Die Definition eines verteilbaren Komponententyps erfolgt genau gleich wie die eines lokalen Komponententyps, nur dass für die Port-Schnittstellen eine zusätzliche Restriktion gilt, damit überhaupt ein entfernter Zugriff auf die Schnittstellen möglich ist: die Java Interfaces dürfen keine Operationen mit Parametern und Resultaten mit (lokaler) Referenzsemantik definieren, sondern mit Kopiersemantik; das heißt, referenzierte Objekte müssen serialisierbar sein. Abbildung 2 zeigt den verteilten Komponententyp KundenTyp.

```
remotable component type KundenTyp {  
    port verwaltung provides Kundendaten;  
}
```

ABB. 2: VERTEILBARER KOMPONENTENTYP KUNDENTYP

Eine verteilte Komponente wird durch das Schlüsselwort „distributed“ gekennzeichnet. Die Subkomponenten einer verteilten Komponente, welche einen verteilbaren

Komponententyp haben müssen, können auf Rechnerknoten allokiert werden, die entfernt vom Rechnerknoten der Eltern-Komponente sind. Die Definition und Implementierung einer verteilten Komponente erfolgt genau gleich wie die einer lokalen Komponente, nur dass man die Möglichkeit hat, mit Annotationen bei der Kreation einer Subkomponente zum Beispiel anzugeben, wo sie allokiert werden soll. Abbildung 3 zeigt die verteilte Komponente KundenAnwendung.

```
distributed component KundenAnwendung ofType Anwendung {
    KundenVerwaltungsTyp verwaltung
    = new KundenVerwaltung();
    [create@'Domain2'] KundenTyp kunde = new Kunde();
}
```

```
connect verwaltung.kunde to kunde.verwaltung;
}
```

Abb. 3: VERTEILTE KOMPONENTE KUNDENANWENDUNG.

Die Allokation der verteilten Komponenten wird im Allgemeinen nicht bei der Programmierung, sondern erst bei der Auslieferung eines verteilten Komponentensystems festgelegt. Dazu dient eine Allokationstabelle im XML-Format. Sie gibt für jede Subkomponente einer verteilten Komponente an, auf welchem Rechnerknoten die Subkomponente allokiert werden soll. Beim Start des Systems vom Rechnerknoten der äußersten Komponente aus wird dann die Allokation der direkten und indirekten Subkomponenten automatisch entsprechend den Angaben der Allokationstabelle durchgeführt.

Der CompJava Compiler erzeugt den Java- und Middleware-Code ohne Kenntnis der Allokationstabelle. Das heißt, er berücksichtigt bei der Codeerzeugung nicht, ob zwei Subkomponenten kolloziert zu der Eltern-Komponente sind oder nicht. Er könnte das auch gar nicht bei der Codeerzeugung berücksichtigen, da ja die Allokation

tion bei der Kompilierung meist noch nicht festgelegt ist und auch später geändert werden könnte.

EFFIZIENZ VON VERTEILTEN COMPLAVA KOMPONENTEN

Somit haben wir gezeigt, dass wir mit CompJava die erste und zweite Zielsetzung für die Verteilung voll erfüllen. Tabelle 2 zeigt, dass CompJava auch die dritte Zielsetzung voll erfüllt. Der Aufruf der int increment(int i)-Methode zwischen entfernt allokierten Komponenten kostet soviel wie der Aufruf über RMI-Middleware, wie Spalte 2 zeigt. Jedoch ist CompJava beim Aufruf zwischen kollozierten Komponenten um etwa einen Faktor 10⁵ schneller als RMI, wie Spalte 1 zeigt. Ein Vergleich mit Tabelle 1 zeigt, dass CompJava beim kollozierten Aufruf genau so schnell wie der Aufruf einer Methode zwischen 2 Java-Klassen ist. Damit erfüllt CompJava alle drei Zielsetzungen 1, 2 und 3 für verteilte Systeme voll, im Gegensatz zu den kommerziell verfügbaren Middleware-Systemen, die entweder Zielsetzung 1 (teilweise) und 2 oder Zielsetzung 1 und 3 erfüllen.

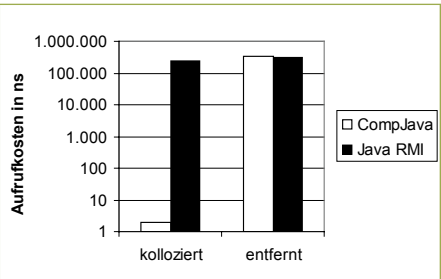


Tabelle 2: Messung der Kosten eines increment-Methodenaufrufs bei CompJava (weisses Rechteck) und bei RMI/CORBA Middleware (schwarzes Rechteck)

REALISIERUNG DER VERTEILUNG BEI COMPLAVA

Wie ist es möglich, dass wir mit CompJava die drei Zielsetzungen für die Verteilung

voll erfüllen, im Gegensatz zu kommerzieller Middleware? Unser Ansatz unterscheidet sich grundsätzlich von dem Ansatz, den die Middleware verfolgt: eine verteilte CompJava-Komponente mit einem verteilten Komponententyp hat lokale Port-Schnittstellen, im Gegensatz zur Middleware, bei der, wie beschrieben, verteilte Objekte und Komponenten normalerweise entfernte Schnittstellen bereitstellen. Bei lokalen CompJava-Komponenten wird, wie in Abbildung 4 dargestellt, ein Port für eine erforderliche („required“) Schnittstelle, auch Ausgangsport genannt, direkt über eine (lokale) Referenz mit einem Port für eine angebotene („provided“) Schnittstelle, auch Eingangsport genannt, verbunden.

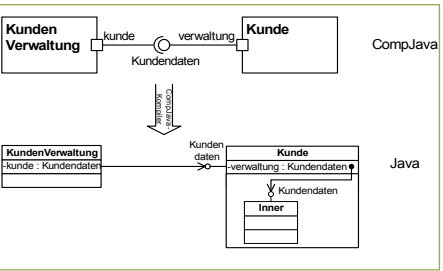


Abb. 4: VERBINDUNG VON ZWEI PORTS BEI LOKALEN KOMPONENTEN

Wenn zwei Komponenten auf unterschiedlichen Rechnerknoten allokiert sind, wie Abbildung 5 zeigt, schaltet CompJava einen so genannten (Port-) Konnektor, der den entfernten Aufruf durchführt, zwischen Ausgangsport und Eingangsport. Dieser Konnektor hat genau die gleiche Schnittstelle wie der Eingangsport der Komponente Kunde (technisch ausgedrückt: beide implementieren dasselbe Java-Interface), so dass er an den Ausgangsport der Komponente KundenVerwaltung passt. Der Konnektor hält eine lokale Referenz auf den Eingangsport von Kunde, genauso wie im lokalen Fall der Ausgangsport von KundenVerwaltung.

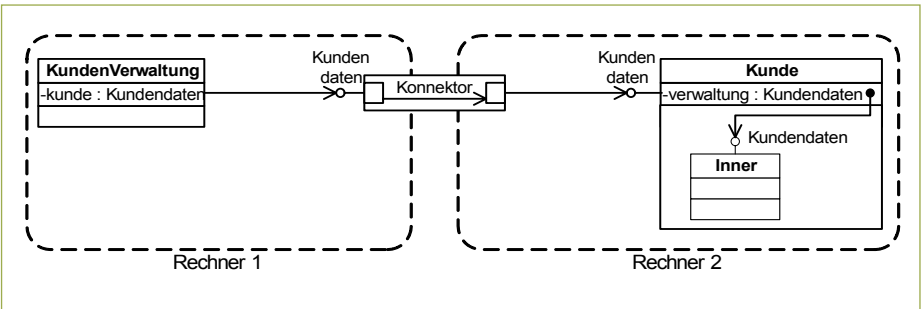


Abb. 5: VERBINDUNG VON ZWEI PORTS BEI ENTFERNTEN VERTEILBAREN KOMPONENTEN

Ein Konnektor selbst besteht aus zwei Bestandteilen und benutzt kommerzielle Middleware, wie zum Beispiel RMI, CORBA oder DotNet, zu seiner Implementierung. Der Teil, der sich auf demselben Rechnerknoten wie die Komponente KundenVerwaltung befindet, hält eine entfernte, von der Middleware bereitgestellte Referenz auf den Teil, der sich auf demselben Rechnerknoten wie die Komponente Kunde befindet. Ein Konnektor leitet Methodenaufrufe, die vom Ausgangsport der KundenVerwaltung kommen, über die Middleware an den Konnektorbestandteil auf dem entfernten Rechner weiter, der sie in einem lokalen Aufruf an den Eingangsport der Komponente Kunde weiterleitet.

KONNEKTOR-OPTIMIERUNG FÜR KOLLOZIERTE KOMPONENTEN

Wenn CompJava immer, das heißt auch im kollozierten Fall, Konnektoren verwenden würde, um die Ports von Komponenten miteinander zu verbinden, würde ein Aufruf zwischen kollozierten Komponenten so teuer wie ein kollozierter Aufruf über die Middleware sein - und somit hätten wir nichts gewonnen. Daher muss CompJava die Ports von kollozierten Komponenten direkt mit lokalen Referenzen verbinden, und somit eine Fallunterscheidung machen. Da die Allokation der Komponenten zu Rechnerknoten zur Kompilierungszeit noch nicht festgelegt ist, kann der CompJava Compiler diese Fallunterscheidung nicht machen,

sondern er muss in beiden Fällen genau den gleichen Java-Code erzeugen. Das bedeutet, dass die Fallunterscheidung und entsprechende Kollozierungs-Optimierung erst zur Laufzeit durchgeführt werden kann, besonders weil es auch während der Ausführung des verteilten Komponentensystems möglich ist, dass eine Eltern-Komponente dynamisch Subkomponenten anlegen kann.

KOLLOZIERUNGS-OPTIMIERUNG

Im Folgenden kann nicht darauf eingegangen werden, wie die von uns eingeführte Kollozierungs-Optimierung durchgeführt wird (da das im Detail ein ziemlich komplexer Vorgang ist), sondern es soll nur anhand von Beispielen gezeigt werden, was das Ergebnis der Optimierung ist.

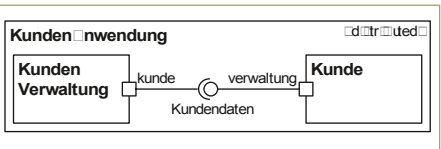


Abb. 6: ELTERN-KOMPONENTE KUNDENANWENDUNG MIT ZWEI SUBKOMPONENTEN KUNDENVERWALTUNG UND KUNDE (KOMPONENTENDIAGRAMM)

Abbildung 6 zeigt den einfachsten Fall, eine Eltern-Komponente mit zwei Subkomponenten, wobei der Ausgangsport der einen mit dem Eingangsport der anderen verbunden ist. Die KundenAnwendung-Komponente führt zur Allokation der Subkomponenten und zur Verknüpfung ihrer Ports

den folgenden CompJava-Code aus:

```
KundenVerwaltungsTyp verwaltung = new
KundenVerwaltung();
KundenTyp kunde = new Kunde();

connect verwaltung.kunde to kunde.verwaltung;
```

Dieser vom Softwareentwickler zur Programmierung der Komponente erstellte CompJava-Code wird vom CompJava-Kompiler in den folgenden Java-Code übersetzt.

```
class KundenAnwendung implements Anwendung {
    private KundenVerwaltungsTyp verwaltung;
    private KundenTyp kunde;

    public KundenAnwendung() {
        verwaltung = (KundenVerwaltungsTyp) ComponentNaming.create(„KundenVerwaltung“, ...);
        kunde = (KundenTyp) ComponentNaming.create(„Kunde“, ...);

        verwaltung.setPort_kunde(kunde.getPort_verwaltung);
    }
    ...
}
```

Die Ausführung dieses (immer gleichen) Java-Codes muss also in den folgenden unterschiedlichen Fällen zu den folgenden unterschiedlichen Ergebnissen führen: Fall 1: Die Subkomponenten sind kolloziert mit der Elternkomponente, d.h. sie sind auf dem gleichen Rechnerknoten allokiert. Wie Abbildung 7 zeigt, ist die Variable, die den Ausgangsport der Komponente KundenVerwaltung implementiert, durch eine lokale Referenz direkt mit dem Eingangsport „verwaltung“ der anderen Komponente verbunden.

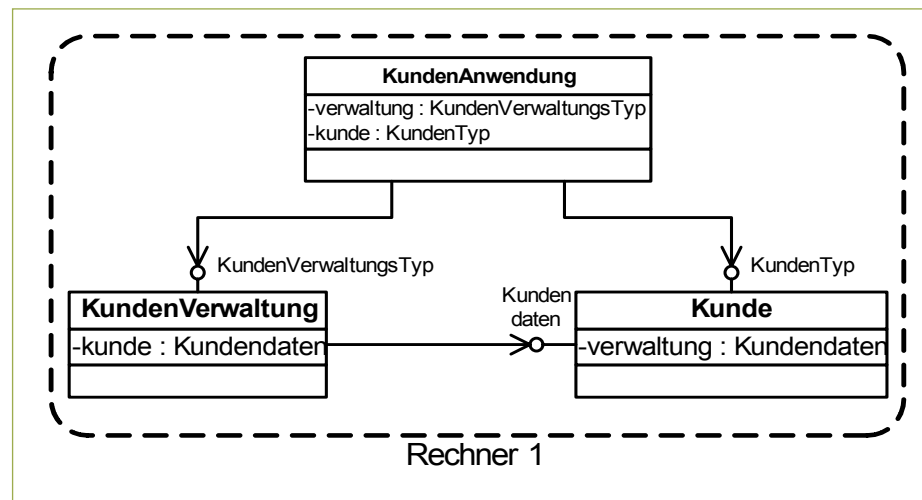


ABB. 7: ALLE DREI KOMponentEN SIND KOLLOZIERT (KLASSENDIAGRAMM)

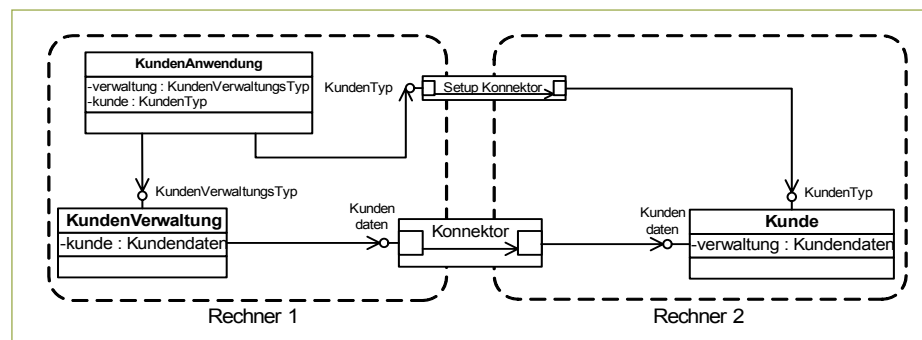


ABB. 8: KOMPONENTE KUNDE IST ENTFERNT (KLASSENDIAGRAMM)

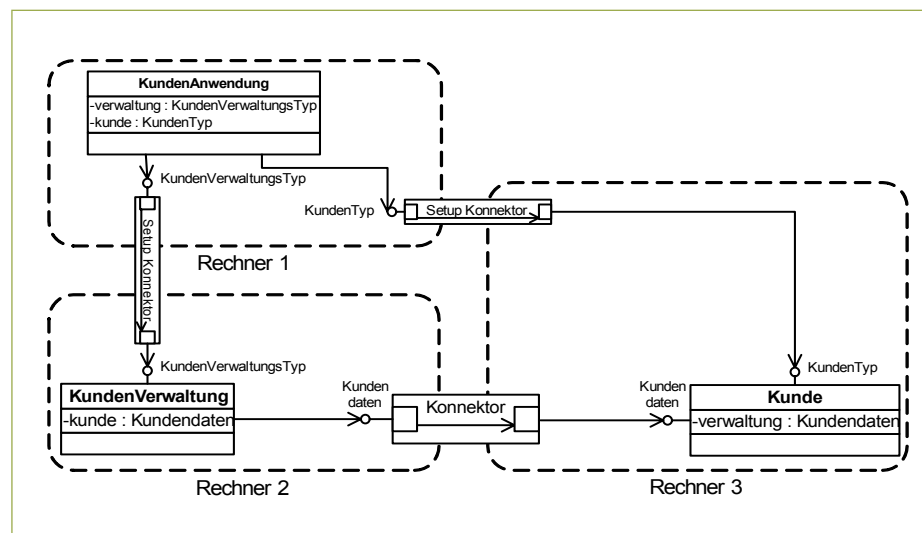


ABB. 9: ALLE DREI KOMPONENTEN BEFINDEN SICH AUF UNTERSCHIEDLICHEN RECHNERN (KLASSENDIAGRAMM)

Fall 2: Eine Subkomponente ist kolloziert mit der Eltern-Komponente, die andere ist entfernt alloziert. Wie Abbildung 8 zeigt, ist die Variable, die den required Port der Komponente KundenVerwaltung implementiert, durch einen Konnektor mit dem Eingangsport der anderen Komponente verbunden.

Fall 3: Beide Subkomponenten sind entfernt von der Elternkomponente alloziert und auch entfernt voneinander. Wie Abbildung 9 zeigt, ist die Variable, die den Ausgangs-port der Komponente KundenVerwaltung implementiert, durch einen Konnektor mit dem Eingangsport der anderen Komponente verbunden.

Fall 4: Beide Subkomponenten sind entfernt von der Elternkomponente alloziert, aber miteinander kolloziert. Wie Abbildung 10 zeigt, ist die Variable, die den Ausgangs-port der Komponente KundenVerwaltung implementiert, durch eine lokale Referenz direkt mit dem Eingangsport der anderen Komponente verbunden.

DURCHFÜHRUNG DER KOLLOZIERUNGS-OPTIMIERUNG

Wenn man sich fragt, wie die Ausführung desselben Java-Codes in verschiedenen Allokations-Fällen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann, muss man beachten, dass die Eltern-Komponente (genauer gesagt, die Klasse, die sie implementiert) ja selbst auch Referenzen auf ihre Subkomponenten hält, und zwar auf ein so genanntes Setup-Interface. Ein Setup-Interface definiert Operationen wie Portinterface getPort() für Eingangsports, und void setPort(p Portinterface) für Ausgangsports, die zum Verbinden der Ports dienen. Wenn eine Subkomponente entfernt alloziert ist, wird die Elternkomponente durch einen Setup-Konnektor, und nicht über eine lokale Referenz, mit der entfernten Subkomponente verbunden, ähnlich wie

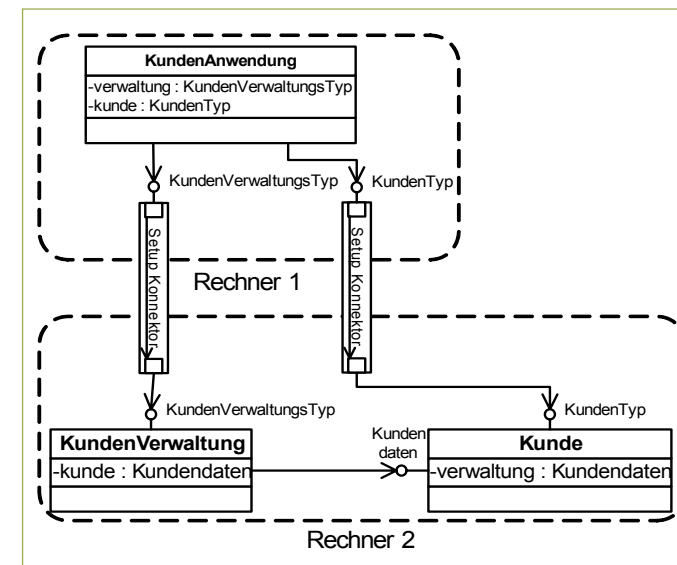


ABB. 10: BEIDE SUBKOMPONENTEN SIND KOLLOZIERT, JEDOCH ENTFERNT ZUR ELTERN-KOMPONENTE (KLASSENDIAGRAMM)

das bei den Ports der Fall ist. Damit geht der Aufruf einer setPort- oder getPort-Operation im kollozierten Fall direkt an die Komponente und im entfernten Fall zuerst über den Setup-Konnektor als Zwischenglied. Somit müssen die Setup-Konnektoren die Kollozierungs-Optimierung durchführen und dabei im 2. und im 3. Fall einen Port-Konnektor zur Verbindung der Subkomponenten erzeugen. Es sei noch darauf hingewiesen, dass der 4. Fall besonders kompliziert ist, weil die Ports der beiden Subkomponenten, obwohl sie entfernt von der Eltern-Komponente und mit ihr durch einen Setup-Konnektor verbunden sind, durch eine direkte, lokale Referenz verbunden werden müssen, und das, obwohl der getPort-Aufruf der Elternkomponente einen Port-Konnektor als Resultat zurückliefert.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Mit CompJava lassen sich verteilte Komponenten auf genau die gleiche Art und Weise wie bei lokalen Komponenten erstel-

len. Man kann die Allokation der verteilten Komponenten auf die Knoten eines Rechnernetzwerks ohne eine Umprogrammierung ändern. Methodenaufrufe zwischen verteilten Komponenten, die auf dem gleichen Rechnernetzwerk alloziert sind, haben genau die gleiche Effizienz wie ein lokaler Methodenaufruf von lokalen Java-Objekten. Somit ist die Programmierung von verteilten Systemen praktisch so einfach wie die von lokalen Systemen. Andererseits ist mit CompJava die Komposition von Komponenten effizient und skalierbar.

REFERENZEN

A.Black, N.Hutchinson, E.Jul, H.Levy, L.Carter: Distribution and Abstract Types in Emerald. IEEE Transactions on Software Engineering, 13(1), Jan. 87
Sun Microsystems, Enterprise JavaBeans Specification Version 2.0, 2001, www.java.sun.com

Sun Microsystems, What's new in the Enterprise JavaBeans™ 2.0 Specification?, 2001, www.java.sun.com
H. A. Schmid: On the Use of Enterprise Java Beans 2.0 Local Interfaces, SEM 2002, A.Coen-Porisini, ed., Springer Lecture Notes in Computer Science 2596, Springer, Berlin, 2002
Hans-Albrecht Schmid: „Steckbare Komponenten - mit der Konstanzer Komponentensprache CompJava“. Forum 2005, Forschung und Entwicklung, Das Forschungsmagazin der FH Konstanz (mit A.Maucher, M.Pfeifer, Th.Schneider, R.Ederleh, M.Hager)
Hans Albrecht Schmid, Marco Pfeifer, Thorsten Schneider: „A Middleware-Independent Model and Language for Component Distribution“, Proceedings of Fifth International Workshop on Software Engineering and Middleware (SEM 2005), ESEC/FSE'05, Lisbon, Portugal, 2005

Für beste Verbindungen zueinander.



Besuchen Sie Brugg Cables im Internet. Dort finden Sie Informationen zu Themen von A wie aktuelle Stellenangebote bis Z wie Zubehör für Telekommunikations-, Industrie- und Energiekabel.
Tel. +41 (0)56 460 33 33,
Fax +41 (0)56 460 35 36,
E-Mail: info@brugg.com,
http://www.brugg.com.

BRUGG CABLES
Well connected.



CHRISTIAN BARANOWSKI
Software-Engineering-
Studium seit 2003 an der
HTWG Konstanz.

Präferierte Themen sind Java und Eclipse
Plug-in Entwicklung.



RAINER WEINHOLD
Software-Engineering-
Studium an der HTWG
Konstanz.



PROF. DR.
HANS ALBRECHT SCHMID
war nach seinem
Studium an der Univer-

sität Stuttgart, am Institut National Polytechnique de Grenoble und nach seiner Promotion mit einem Doktorandenstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes als Assistent an der Universität Karlsruhe, als Gastprofessor an der University of Toronto und als Forschungsgruppenleiter an der Universität Stuttgart tätig. Darauf war er zehn Jahre im IBM Entwicklungslabor Böblingen in verschiedenen leitenden technischen und Management-Positionen tätig, bevor er als Professor an die HTWG Konstanz kam. Seine Forschungsschwerpunkte sind fortgeschrittene Softwaretechnologien in technischen und kommerziellen Anwendungsgebieten. Er hat eine größere Anzahl von Forschungsprojekten, darunter ein DFG-Projekt, durchgeführt und eine beträchtliche Anzahl international anerkannter Veröffentlichungen auf diesen Gebieten publiziert.

In diesem Beitrag soll Eclipse kurz vorgestellt werden und es soll anhand eines Beispiels eine Idee davon gegeben werden, wie man Eclipse als Basis zur Erstellung eigener, in Eclipse integrierter Software-Produkte nutzen kann. In einem Projekt wurde der Prototyp eines grafischen Entwicklungswerkzeug für die Komponentensprache Complava, genannt Complava-Designer, erstellt. Mit dem Complava-Designer können Komponentendiagramme für Complava gezeichnet werden und anschließend kann aus dem Diagramm der entsprechenden Complava Code generiert werden.

WAS IST ECLIPSE ?

Eclipse ist heute eine der wichtigsten, wenn nicht gar die wichtigste Entwicklungsumgebung für Java. Das Eclipse-Projekt, von IBM initiiert und ursprünglich durchgeführt, hatte das Ziel, eine Plattform zu schaffen, in die man ganz unterschiedliche Software-Anwendungen integrieren kann. Später wurde von IBM die Eclipse Foundation gegründet, zu der heute viele namhafte Unternehmen gehören und die Eclipse als Open-Source-Projekt weiterentwickelt und so jedem frei zur Verfügung stellt. Abbildung 1 zeigt die Java Entwicklungsumgebung. Unter der Menüleiste befindet sich ein Fenster, das in Unterfenster unterteilt ist. Links kann man aus allen Verzeichnissen und Dateien, die zusammen das Projekt bilden, z. B eine Datei auswählen, die in dem zentralen Unterfenster angezeigt wird. Die in Abbildung 1 gezeigte Datei enthält die Java-Klasse ModelFirma, deren Anweisungen angezeigt, abgeändert oder neu eingegeben werden können. Das Unterfenster rechts gibt einen Überblick über die Attribute und Methoden dieser Klasse. Das Unterfenster unten gibt einen Überblick über die Eigenschaften dieser Klasse.

Obwohl Eclipse als Entwicklungsumgebung für Java bekannt geworden ist, ist es eigentlich viel mehr: es stellt nämlich ein

System zur Verwaltung und Bearbeitung von Ressourcen dar, die in Textform oder Grafikform vorliegen können. Solche generalisierten Systeme sind schon recht selten; die Visual-Studio Produkte von Microsoft stellen zum Beispiel eine reine Programm-Entwicklungsumgebung dar. Aber das ganz Besondere an Eclipse ist, dass es kein geschlossenes System ist, wie es z.B. die Visual-Studio Produkte sind, in dem Sinn, dass sie einen fest vorgegeben Umfang an Funktionalität zur Verfügung stellen. Sondern Eclipse stellt ein erweiterbares System dar, in das man nach Belieben eigene Funktionalität einbringen kann „so man es kann“. Und dieser Beitrag soll eine Idee davon vermitteln, wie das gemacht wird. Im Gegensatz zu normalen Anwendungen besteht eine Eclipse-Anwendung immer aus einem Kern, der Laufzeitumgebung, englisch: Runtime, und einer Menge Plugins. Eclipse stellt insofern ein Grundgerüst dar, der technische Fachbegriff ist ein „Framework“ (Schmid 1997, Schmid 1999), das an den sogenannten Hot-Spots (Schmid 1998, Schmid 1999) oder Plugs mit anwendungsspezifischer Funktionalität erweitert werden kann. Um das Ganze am Beispiel von Autos zu veranschaulichen, obwohl der Vergleich hinkt - müsste man sich Eclipse als ein Grundgerüst für ein Auto vorstellen, also so etwas ähnliches wie einen leeren Autorahmen. In dieses Grundgerüst lassen sich fast beliebige, aber dem Rahmen entsprechende Module einbringen, wie z.B. Motor, Karosserie, usw., und somit beliebige Autos realisieren. Der Vorteil dieses Auto-Grundgerüsts wäre, dass man es nach einmaliger Entwicklung wiederverwenden könnte und mit wenig Aufwand nach Kundenwunsch ein kundenspezifisches Auto zusammenbauen könnte. Das Konzept von Eclipse ist, dass es ein Grundgerüst für unterschiedliche Anwendungen bereitstellt. Durch Einbinden von Modulen, den sogenannten Plugins, können auf dem Grundgerüst sehr unterschiedliche Anwendungen realisiert wer-

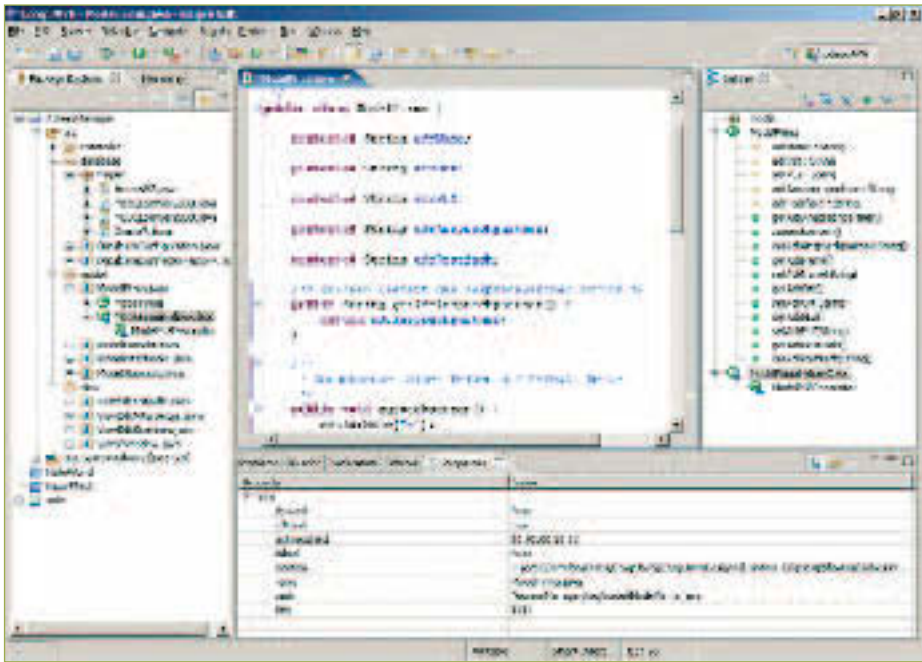


ABB. 1: ECLIPSE ALS JAVA ENTWICKLUNGSUMGEBUNG

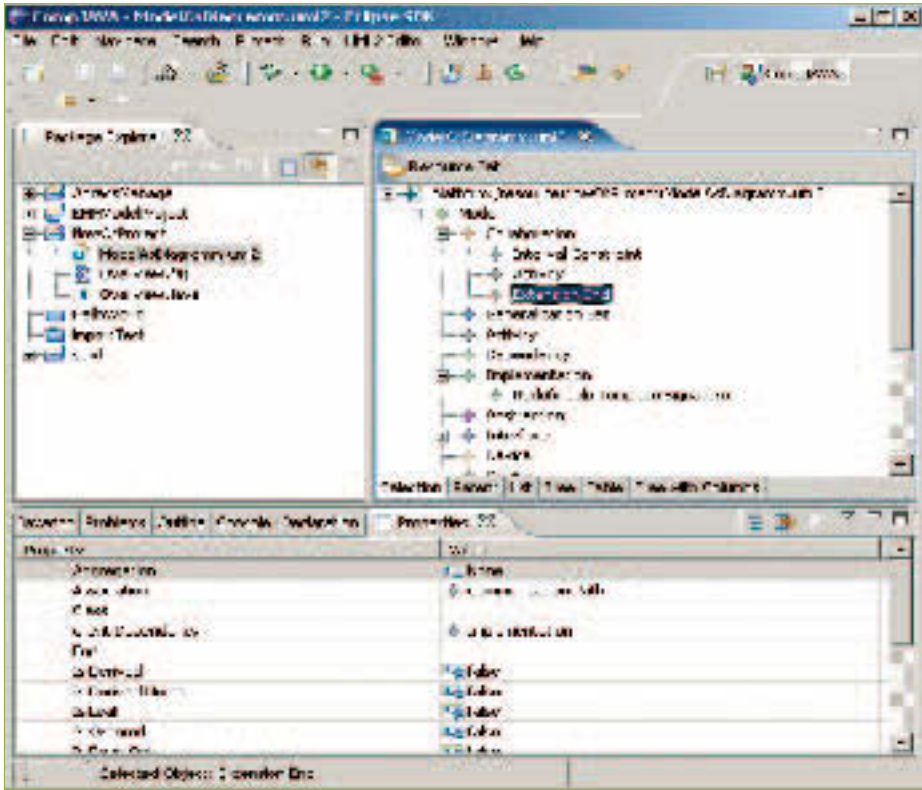


ABB. 2: ECLIPSE ALS EMF-UMGEBUNG

den. Bei Autos wird versucht, eine ähnliche Vorgehensweise mit Plattformstrategien zu realisieren, aber die Mechanik usw. setzt da doch recht schnell Grenzen. Software ist hier wesentlich flexibler. So ist es möglich, im Unterschied zum Auto, dass für Eclipse entwickelte Anwendungen wieder als Grundgerüst oder in anderen Worten, als Ausgangspunkt für andere Anwendungen dienen können, die man in weitere Module einbringen und hinzufügen kann. Man könnte es sich vielleicht so vorstellen, das man in das fertig entwickelte Auto weitere Funktionalitäten einbringen kann, wie z. B. durch den Einbau eines Moduls „Radio“, und in dieses wieder einen CD-Player oder MP3-Player, usw. Dies erlaubt Eclipse in einem viel weiteren und flexibleren Rahmen durch seine ausgeklügelte Plugin-Struktur, so dass eine fertige Anwendung als Ausgangspunkt für eine neue Software-Anwendung dienen kann. Gerade aus diesem Grund genießt Eclipse eine immer größere Beliebtheit bei immer mehr Software-Entwicklern. Es stellt eine in Java geschriebene Plattform dar, die durch die Plattformunabhängigkeit von Java auf allen gängigen Betriebssystemen verfügbar ist und dank der Möglichkeit von Plugins um weitere, vom Entwickler selbst gewünschte Funktionalitäten erweitert werden kann. Es gibt bereits eine große Anzahl von Eclipse-Plugins, die auf der ganzen Welt entwickelt werden. Im Auslieferungszustand besteht die Eclipse-Plattform aus der Laufzeitumgebung und zwei Entwicklungsumgebungen, die sozusagen als „Beispielanwendung“ in Form von Plugins mitgeliefert werden: dies sind die Java-Entwicklungsumgebung und eine Umgebung, mit der man Erweiterungen, also Plugins, für Eclipse entwickeln kann. Diese Anwendungen waren ursprünglich als reine Beispiele gedacht, um zu zeigen, was mit der Eclipse Plattform möglich ist. Da sich das Java Plugin zu einer so mächtigen Entwicklungsumgebung entwickelt hat, ist den meisten Anwendern Eclipse nur als Java Entwicklungsumgebung bekannt.

ECLIPSE: EIN ÜBERBLICK

Die Oberfläche einer Eclipse-Anwendung ist grundsätzlich immer gleich aufgebaut. Sie enthält, wie Abbildung 2 für eine EMF-Umgebung zeigt, einen Arbeitsbereich für ein Projekt. Ein Arbeitsbereich ist immer ein einfaches Fenster, das in verschiedene Unterfenster aufgeteilt ist. Eclipse unterscheidet zwei Arten von Unterfenstern: Editoren: Ein Editor, wie zum Beispiel der UML2-Editor (siehe Mitte rechts Abbildung 2), stellt dem Benutzer die Möglichkeit bereit, Objekte zu öffnen, zu editieren und zu speichern. Ein weiteres Beispiel wäre der von Eclipse bereitgestellte Editor für Texte. Views: Ein View, wie zum Beispiel der Navigator-View (siehe Mitte links Abbildung 2), dient zum Anzeigen von Informationen oder zum Navigieren durch den Projektbaum. Ein Beispiel für einen View ist der „Ressource Navigator“, mit dem der Anwender durch ein Projekt im Arbeitsbereich navigieren kann. Das Unterfenster unten ist ein View, der die Properties, also die Eigenschaften, des aktuell markierten Objektes darstellt.

ARCHITEKTUR VON ECLIPSE UND DES ECLIPSE-KERNS

Die Eclipse-Plattform enthält, wie Abbildung 3 zeigt, als Basis die Laufzeitumgebung, einen Arbeitsbereich („Workspace“), eine Werkbank („Workbench“) zur Erstellung von grafischen Oberflächen, die grafische Klassenbibliothek SWT mit einfachen GUI-Elementen, Jface zur Erstellung von komplexeren Dialogen aus SWT-Elementen, und zusätzlich noch Werkzeuge zur Bereitstellung von Benutzerhilfe und zur Teamarbeit.

Diese Basis definiert Stellen, „extension points“ genannt, an denen sie erweitert werden kann, das heißt, an denen weitere Module, die als Plugins bezeichnet werden, eingebunden werden können. Diese Stellen sind in Abbildung 3 als Steckdosen mit

Steckern dargestellt. Plugins sind Codes oder Daten-Module, die dem System eine spezielle Funktionalität zur Verfügung stellen. Ein Plugin selbst kann wieder „extension points“ definieren. Die Plugins, die direkt in die Eclipse Werkbank eingebunden werden, heißen Workbench-Plugins. Abbildung 3 zeigt auf der linken Seite die standardmäßig vorhandenen Plugins und auf der rechten Seite die Möglichkeit zum Einbinden neuer Plugins. Wie in der Grafik zu erkennen werden meist mehrere Plugins zu einem „Tool“ zusammengefasst, da dadurch die Komplexität der Plugins besser kontrollierbar ist. Jeder Teilbereich in der Eclipse-Plattform besteht aus einer Reihe von Plugins. Diese implementieren die grundlegenden Funktionalitäten des Bereichs. Manche Plugins stellen zum Beispiel weitere grafische Elemente bereit, andere wiederum Klassen-Bibliotheken mit den Systemfunktionen und Klassen.

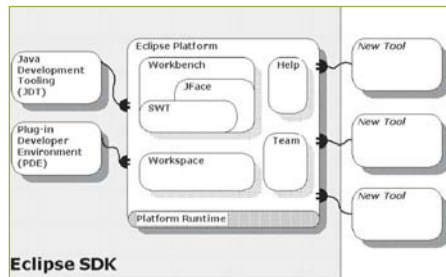


ABB. 3: STRUKTUR DER ECLIPSE-PLATTFORM
(QUELLE: ECLIPSE HILFE)

Zur Erstellung und Programmierung eines Plugins stehen von Haus aus alle die von der Eclipse-Plattform bereitgestellten Funktionalitäten zur Verfügung. Der Kern des Eclipse Frameworks, die Laufzeitumgebung, hat die Aufgabe, die Eclipse Plattform zu starten und die Module, die Plugins, zu verwalten. Darunter versteht man, dass man Plugins zur Laufzeit in der Eclipse-Anwendung aktivieren, deaktivieren, installieren und deinstallieren kann.

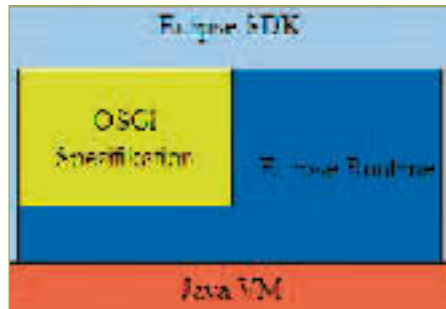


ABB. 4: AUFBAU DES ECLIPSE-KERNS, DER LAUFZEIT-UMGEBUNG (RUNTIME)

Wie Abbildung 4 zeigt, wird das Verwalten der Plugins seit der Version 3.0 von Eclipse durch eine Implementierung der OSGi (Open Services Gateway Initiative) Spezifikation realisiert. Die Spezifikation der OSGi-Plattform definiert eine auf Java basierende Laufzeitumgebung und deren Basisdienste. Diese Spezifikation hat als besonderes Merkmal die Möglichkeit, die unter Eclipse von großer Bedeutung ist, dynamisch und kontrolliert Plugins, Bundels genannt, zur Laufzeit einzuspielen und auch wieder entfernen zu können. Somit gibt die OSGi-Schnittstelle die Möglichkeit, unabhängige modulare Anwendungen parallel auf derselben Java VM laufen zu lassen und diese Anwendung während der gesamten Laufzeit administrieren (aktivieren, deaktivieren, aktualisieren, installieren, deinstallieren) zu können.

COMPLAVA-DESIGNER ALS ECLIPSE PLUGIN

Warum sollte es denn attraktiv sein, einen grafischen Editor für ComplJava in der Form eines Eclipse-Plugins bereitzustellen, und nicht als eigenständiges Werkzeug? Dafür gibt es verschiedene Gründe: erstens, wenn ein Benutzer gewohnt ist, mit Eclipse zu arbeiten, wird er leichter ein neues Werkzeug, das auf Eclipse basiert, akzeptieren als ein anderes; einerseits aus psychologischen Gründen, andererseits hat er den konkreten Vorteil, dass er bereits mit Eclipse-basierten Werkzeugen, die ja alle eine ähnliche Handhabung haben, umzugehen

weiß. Zweitens kann er das vom ComplJava-Designer generierte ComplJava Programm dann leichter in der gleichen Umgebung weiterbearbeiten. Drittens hat es auch für die Entwickler den Vorteil, dass sie Arbeit sparen, weil sie Eclipse Plugins als Werkzeuge zur Erstellung ihres Werkzeugs nützen können und nicht alles von Grund auf neu machen müssen. Der „ComplJava Designer“ ist ein Eclipse Plugin zur grafischen Entwicklung von Komponentendiagrammen, aus denen Code für ComplJava generiert wird. Die Komponentendiagramme folgen weitestgehend UML 2 Standards. Der ComplJava Designer ist vollständig in die Eclipse Umgebung integriert, wie Abbildung 5 zeigt. Man kann ComplJava Projekte anlegen, deren Bestandteile im Package-Unterfenster (Mitte links) angezeigt werden. Innerhalb dieser Projekte kann man Komponenten-Diagramme im Editor-Unterfenster (rechts) erstellen und abändern. Im „Properties“-Unterfenster kann man Objekte, die im Editorbereich ausgewählt sind, auf nicht-grafische Weise durch Worteingabe bearbeiten. Beispielsweise kann der Benutzer, wenn er im Editor-Fenster ei-

nen Port selektiert hat, im „Properties“-Unterfenster den Namen und das Interface, das der Port implementiert, eingeben. Das Editor-Unterfenster, in dem Komponentendiagramme entworfen werden, teilt sich in zwei Bereiche auf, die sogenannte „Palette“ und einen Bereich zur Konstruktion. Man wählt aus der Palette das Objekt aus, das zum Komponentendiagramm hinzugefügt werden soll, wie z.B. eine Komponente, einen Port für eine Komponente oder einen Konnektor zwischen Ports. Im Konstruktionsbereich wird das ausgewählte Objekt platziert und damit zum Komponenten-Diagramm hinzugefügt.

ARCHITEKTUR DES COMPLAVA-DESIGNERS

Der ComplJava Designer setzt auf ein anderes, von der Eclipse Foundation entwickeltes Plugin namens GEF (Graphical Editing Framework) auf. Das GEF Plugin ist ein Framework, das die Entwicklung von grafischen Editoren für Eclipse erlaubt und einerseits dafür sorgt, dass die grafische Oberfläche in Eclipse integriert ist, andererseits viel Arbeit

spart, da es ein mächtiges Werkzeug ist. Dem musste bei der Entwicklung der Struktur des GEF-Frameworks Rechnung getragen werden. Das stellt im Allgemeinen einen Vorteil dar, weil keine eigene Struktur entworfen werden musste, kann aber auch in gewissen Fällen von Nachteil sein, wenn die zu erstellende Anwendung nicht so richtig in diese Struktur passt.

GRAPHICAL EDITING FRAMEWORK GEF

Das Graphical Editing Framework GEF ist selbst ein Eclipse Plugin, das dazu dient, einfach und komfortabel grafische Editoren unter Eclipse zu erstellen. GEF ist nach dem MVC-Strukturmuster strukturiert, wie Abbildung 6 zeigt, wobei MVC für „Model-View-Controller“ steht. Das MVC-Muster unterscheidet und trennt Modell-Objekte („Model“), welche die fachlichen Aspekte der Anwendungswelt modellieren, und die jeweilige Darstellung der Modell-Objekte („View“), die das Modell grafisch darstellt. Zum Beispiel stellen die im Edit-Unterfenster von Abbildung 5 zu sehenden Objekte Views von Modell-Objekten der Kategorien Komponente, Komponententyp, Interface und Port dar (die alle in der Komponentensprache ComplJava definiert sind). Controller, die den Views zugeordnet sind und von ihnen getriggert werden, dienen zur Verarbeitung der Interaktionen des Benutzers und ändern die Modell-Objekte entsprechend dieser Interaktionen ab.

GEF erlaubt es relativ einfach, Views von Modellen darzustellen. Die eigentliche grafische Darstellung wird dabei mit Hilfe der in die Eclipse-Basis integrierten GUI-Bibliothek SWT erzeugt. GEF stellt die Funktionen zur Interaktion des Benutzers mit der grafischen Darstellung bereit, wodurch ein sehr einfaches Bearbeiten und Manipulieren von Elementen inklusiv Drag&Drop möglich ist.

Ein **View** ist relativ einfach aufgebaut; er muss lediglich das von Eclipse vorgegebe-

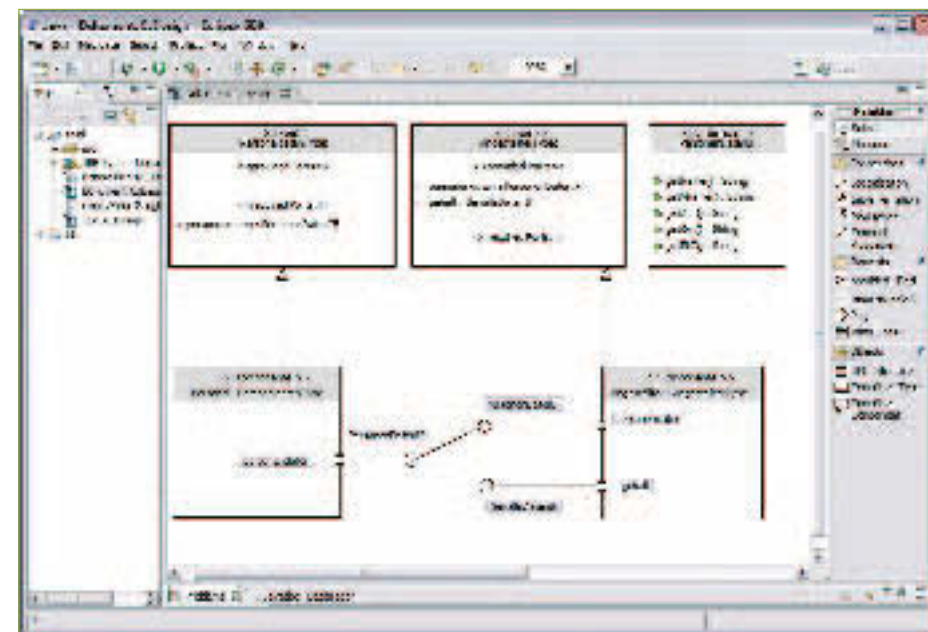


ABB. 5: COMPLAVA-DESIGNER ALS ECLIPSE PLUGIN

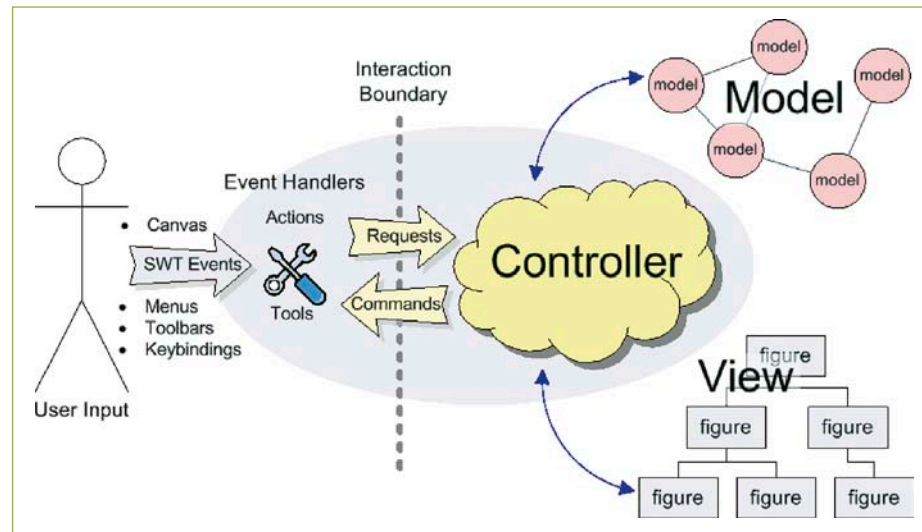


ABB. 6: GRAPHICAL EDITING FRAMEWORK (GEF) [QUELLE: ECLIPSE HILFE]

ne Interface *org.eclipse.draw2d.IFigure* implementieren. Allerdings ist es im Normalfall einfacher, die Klasse *Figure* als Basisklasse zu nutzen und eine Anwendungs-View-Klasse von ihr durch Vererbung abzuleiten. Damit ist dem Entwickler freigestellt, wie ein View sein Modell darstellt. Bei der Erstellung eines View kann man weiterhin zur Darstellung zweidimensionale Grafik-Funktionen von Draw2D und verschiedene Layoutmanager (ähnlich wie unter den GUI-Klassenbibliotheken AWT, Swing und SWT) zur Anordnung der „Figures“ (eine Figure stellt eine grafische Komponente dar) nutzen.

An das **Modell** stellt GEF keinerlei Anforderungen, man hat bei seiner Implementierung völlige Freiheit. Meist wird zur Kommunikation zwischen Modell und Controller (in GEF EditPart genannt) das Kommando-Muster (Command Pattern) eingesetzt, welches z.B. mit Hilfe von *java.beans.PropertyChangeSupport* realisiert werden kann.

Die Arbeitsweise eines **EditPart-Objekts** (Controller) ist im Prinzip recht einfach. Alle Aktionen, die der Benutzer durchführt, werden vom GEF-Framework als sogenannte Requests an das zuständige EditPart weitergegeben, wie Abbildung 7 zeigt.

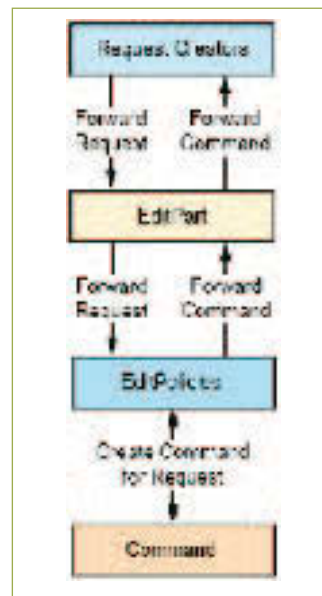


ABB. 7: VERARBEITUNG EINER INTERAKTION DURCH DAS GRAPHICAL EDITING FRAMEWORK (GEF) (QUELLE: ECLIPSE PROJEKT SEITE)

Damit die EditParts aber nicht zu komplex werden, behandeln sie die Requests nicht direkt. Sondern man kann, wie Abbildung 7 zeigt, sogenannte EditPolicies, die für spezifische Requests eine bestimmte Art der Bearbeitung vorsehen, definieren und im EditParts registrieren.

Da GEF noch zusätzlich die Möglichkeit bietet, ausgeführte Aktionen rückgängig zu machen, werden Änderungen am Modell niemals direkt durchgeführt, sondern nur durch Hilfe von Kommandos. Die EditPolicies instanzieren, wie Abbildung 7 zeigt, also lediglich das entsprechende Kommando und liefern dieses zurück. So kann das Kommando über die *execute()* Funktion ausgeführt werden oder mit Hilfe einer *undo()* Funktion wieder rückgängig gemacht werden.

Bei einem **Request** handelt es sich letzten Endes einfach um eine String-Konstante. Die möglichen Requests sind im Interface *org.eclipse.gef.RequestConstants* definiert. Im Normalfall muss man sich um die Requests nicht selber kümmern, sondern das GEF Framework übernimmt zunächst die Weiterleitung eines Requests zum zuständigen EditPart und von dort aus an die entsprechende EditPolicy.

EditPolicies sind in GEF ebenfalls gemäß dem Interface *org.eclipse.gef.EditPolicy* als String-Konstanten definiert. Die Konstanten werden dabei als **Role** bezeichnet. Eine EditPolicy kann auf verschiedene Requests reagieren. Je nach momentanem Kontext werden die richtigen Funktionen in den instanziierten EditPolicies aufgerufen. GEF hat eine Anzahl von üblichen Requests und EditPolicies vordefiniert.

Die **Kommandos** sind die eigentlichen Klassen, welche Änderungen am Modell vornehmen. Alle Kommandos implementieren dabei das *org.eclipse.gef.commands.Command* Interface.

Die CompJava Designer Anwendung baut also auf der von GEF vorgegebenen Version des MVC-Strukturmusters auf. Sie definiert verschiedene Modellklassen, die zur Repräsentation von CompJava-Objekten dienen und dazu die entsprechenden Darstellungsklassen („Views“), die das Modell grafisch darstellen; weiterhin die entsprechenden EditParts, Requests, EditPolicies und Commands. Damit ist die grafische Editierung und Interaktion weitgehend abgedeckt. Aber es sind noch weitere Anwendungsklassen zur Durchführung von

[Stuttgart](#)
[Bonn](#)
[Potsdam](#)
[Düsseldorf](#)
[Nürnberg](#)

Edelstahl.

Investition für die Zukunft.

Edelstahl service

Edelstahl service Su z, gegründet 1974, produziert und lagert auf inzwischen über 10000 qm modernst eingerichteten Raum ichke ten alle Arten von rost- und säurebeständigen Ede stäh en. Bekannt als „der Spezialist“ für Rohrverbindungen bieten wir von R 1/8" bis R 6" sowie als Schweißittings bis 808 mm immer eine Lösung an.

Edelstahl service GmbH

Georg-Heilmann-Straße 5-8
72174 Su z a. Neckar

Tel. 0 71 41 41 80 0
Fax 0 71 41 41 80 80

www.edelstahl.de

Aufgaben erforderlich, die nicht mit der grafischen Darstellung zusammenhängen, wie zum Beispiel die Generierung von CompJava-Code aus dem Komponentendiagramm. Darauf, und auf einige anderen Aspekte können wir aber im Rahmen dieses Beitrags nicht eingehen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es ist sehr attraktiv, Anwendungen, die im weitesten Sinn zur Software-Entwicklung dienen, in Form eines Plugin für die Eclipse-Plattform zu erstellen. Dies hat sich auch bei der Entwicklung des CompJava-Designer, eines grafischen Entwicklungswerkzeugs für die Komponentensprache CompJava, gezeigt. Das Entwickeln von Plugins für die Eclipse-Plattform erfordert einige Einarbeitung. Die Vorteile sind, dass vom Endbenutzer die Anwendung integriert zusammen mit anderen passenden, von dritter Seite erstellter Anwendungen genutzt werden kann, und dass dem Entwickler eine beträchtliche Funktionalität durch die Plattform und die Nutzung anderer Plugins zur Verfügung gestellt wird.

Wie sich bei der Entwicklung des CompJava-Designers gezeigt hat, lassen sich grafische Editoren mit Hilfe des GEF-Frameworks einfach und effizient erstellen. Weiterhin bilden viele Plugins einen äußerst stabilen Ausgangspunkt für eigene Entwicklungen, weil sie von vielen anderen Entwicklern ebenfalls genutzt wurden oder werden und so eine extrem geringe Anzahl von Fehlern enthalten.

REFERENZEN

- H.A.Schmid: Systematic Framework Design by Generalization; Communications of the ACM, Vol.40/No.10, Oct. 97, 48-51
- H.A.Schmid: Design Patterns for Constructing the Hot Spots of a Manufacturing Framework; in: L.Rising, ed.: Best Practices: A Patterns Handbook, Cambridge University Press, Cambridge, 1998
- H.A.Schmid: Framework Design by Systematic Generalization: From Hot Spot Specification to Hot Spot Subsystem Implementation; in: M.Fayad, D.C.Schmidt, R.Johnson, eds.: Building Application Frameworks: Object-Oriented Foundations of Framework Design, J.Wiley, 1999

WEBLINKS

- Eclipse Plug-ins: <http://eclipse-plugins.zy.net/eclipse/index.jsp>
- Eclipse Projekt: <http://www.eclipse.org>
- GEF: <http://www.eclipse.org/gef/>

QUELLEN

- Eclipse Hilfe
- Eclipse Magazin 01.01.2006 Vol. 5 „Was Eclipse im Innersten zusammenhält“
- Eclipse Dokumentation „org.eclipse.platform.doc.isv.3.1.pdf“ (www.eclipse.org)



PROF. DR. HABIL.
JOSEF WIELAND
Nach dem Studium
der Ökonomie und
Philosophie an der Universität-GHS
Wuppertal Abschluss zum Dipl.-Ök. 1985;
Promotion zum Dr. rer. oec. 1988. Habilitation im Fach Volkswirtschaftslehre 1995 an der Privatuniversität Witten/Herdecke.

Seit 1995 Professor für Allgemeine BWL mit Schwerpunkt Wirtschafts- und Unternehmensethik an der HTWG Konstanz. Direktor des Konstanz Institut für WerteManagement [KleM] sowie Wissenschaftlicher Direktor der Zentrum für Wirtschaftsethik gGmbH [ZfW]. Zahlreiche Publikationen.

Arbeitsschwerpunkte: Wirtschafts- und Unternehmensethik, Neue Institutionen- und Organisationsökonomik, Empirische Gerechtigkeitsforschung, Ökonomische Theoriegeschichte.

ABSTRACT

Corporate governance codes that focus exclusively on the agency problem and pursue the maximization model offer no entry points whatsoever for a dimension of business ethics that goes beyond the honouring of contracts on the part of the managers. Corporate governance codes, on the other hand, which pursue the economizing or cooperation model, directly and immediately lead to the integration of questions of moral and social responsibility of firms and their engagement in terms of corporate citizenship. Most of the European states follow one of the two models, that means either the economizing or the cooperation model.

This assessment appears to be a good foundation for a practically applicable and theoretically interesting discussion of the notion of corporate governance. After all, the discussion of a European approach to corporate governance has not at all come to a conclusion, but has just begun. Despite all historical differences, a tendency for codes to converge can now be discerned. Take the instance of the idea of corporate governance as a process of self-governance of firms. Adopting such an idea, accordingly, the role of the state should be contained within the frame set by a ‘comply or explain’ rule. It cannot, moreover, escape the observer that in codes such as the German one, Anglo-Saxon influences are attaining an increasing weight, such as when shareholder interests are emphasized more. At the same time, the Sarbanes-Oxley Act in the US which is of international importance because of its transterritorial impact, explicitly demands moral standards and value management systems for risk prevention. In this context also notable seems the Corporate Governance action plan of the EU Commission of May 21, 2003 that is based on the preparatory work of the Winter reports of 2002. Though this action plan negates the establishment of

a standardized European Corporate Governance Code, the content frames requirements that are to be implemented according to the national perspective of each member state. And in the context of the Global Compact, the Financial Sector Initiative of European banks “Who cares wins. Connecting financial markets to a changing world” is of major importance as well. It contains detailed „Recommendations by the financial industry to better integrate environmental, social and governance issues in analysis, asset management and securities brokerage“.

We can take these examples as instances of reciprocal learning processes which have clarified that a modern economic and moral focus of corporate governance does not necessarily need to end up in the inadequate and not very fruitful reductionism of agency theory.

Nowadays, the economic and business ethics literature contains theoretical approaches that integrate economic calculation and the pursuit of social responsibility by framing it as an allocation problem of economic resources, to be solved with the help of organizations.

I CORPORATE GOVERNANCE AND BUSINESS ETHICS

For some years now, the question of how to implement and operationalize moral values, convictions and intentions in firms has received increasing attention in the business and corporate ethics literature. The main issue is to develop management systems capable of integrating the moral dimension of economic transactions and questions of value into firms’ strategies, policies and procedures. The challenge for such management systems is to achieve this in a sustained way, and to carry the moral dimensions and questions of values down to the level of typical decisions taken in everyday business. In Germany, this dis-

¹ Report based on the research project “Ethics and Good Corporate Governance” funded by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (Federal Ministry of Education and Research – BMBF; FKZ-No. 17 096 03). Published in Business & Society 44: 74-93 (March 2005) and in “Global Perspectives on the Ethics of Corporate Governance” (ed. by D. Rossouw/A.J. Sison), Palgrave MacMillan 2006
² http://europa.eu.int/comm/employment_social/social/csr/greenpaper.htm
³ http://www.dnwe.de/2/content/bb_01.htm

cussion has unfolded under the label ‘values management’, emphasizing the link between value creation and moral values. It parallels the manifold endeavours on the European level to secure the credibility and verifiability of value management systems, as well as their documentation and reporting structures, by imposing standards or guidelines and assurance processes to evaluate those.² In Germany, the main standard is the ‘ValuesManagementSystem^{ZfW}’ developed by the Zentrum für Wirtschaftsethik (ZfW, Center for Business Ethics).³ It has been developed on the basis of a decade of practical experience and cooperation with leading German firms, ranging from SMEs to multinationals. The German standard aims at sustainable management by integrating its economic, moral, legal and political dimensions. Governance structures that implement such an approach are comprehensive and integrative in nature and are part of corporate strategy (Wieland, 2003). No consensus has yet been reached on the question who should verify or enforce such programs – the firms themselves, NGOs, or state regulation. Self-enforcement and third party enforcement thus appear as two opposed alternatives. I want to propose a different perspective on the matter: It is conceivable that third party enforcement could be an expression of self-governance. Third party enforcement could be based on a voluntary decision on part of the firm (Wieland, 2003).

The endeavour of developing standards for individual and collective action is not at all confined to the relationship between economics and ethics. We also find such endeavours in the many disciplines that lie at the interface between economics, law, and politics (Brunsson & Jacobss, 2000). Certainly, the globalization of economic activity and the lack of regulation and institutions that address it are amongst the drivers of such endeavours. The global movement for the creation of corporate governance codes can serve as example. On the one hand,

there was a drive towards homogenizing rules and transparency for international investors. On the other hand, the uninterrupted series of recent scandals, capricious behaviour on the part of top management and the gaps and weaknesses of conventional risk management that correspond to such behavior have certainly also driven that movement. The starting point of the corporate governance discussion has therefore always been the compliance aspect of business ethics. It has always, however, been interpreted from a legal point of view. Rarely have actors adopted a values orientation when implementing it.

In what follows, I will argue that efforts of standardization need to be synchronized in both areas, and finally be integrated. From the perspective of the corporate governance movement, the central insight is that effective and efficient leadership, management and control of the firm will be impossible without integrating moral attitudes and requirements with behavior. From the perspective of business ethics it is important, in my view, to acknowledge that such a comprehensive understanding of corporate governance actually means to consider the objective of values management a strategic management task and thus anchor it on the top management level. From such a perspective, increasing the importance that business ethics has in all corporate processes and structures would then be decisive. I will also argue that a discussion of high relevance to the social sciences is connected to the topic

‘corporate governance’, i.e., the discussion of the question of the objective and purpose of firms as organizations in market economies. From the perspective of business ethics, such a discussion only makes sense if an adequate notion of corporate governance is available. For this reason, in what follows I will also review the European research frontier on this issue.

For this purpose, I propose a definition of governance that aims to be integrative: I define corporate governance as leadership, management and control of a firm by formal and informal, public and private rules. The governance matrix below formalizes such an understanding of comprehensive corporate governance by institutionalization and organization of formal and informal, private and public rules.

The ‘leadership’ element covers codified guidelines in firms as well as informal leadership standards and the function of managers to serve as model. The ‘management’ aspect covers the formal decision mechanisms of a firm as well as the informal values of its corporate culture. Firm-specific control, finally, covers audits and other assurance processes, as well as the exclusion of risks by honorable individual conduct. The public formal rules we consider here are of the type of the Sarbanes Oxley Act in the US, the German laws on the control and transparency (KonTraG) and on the transparency and publicity (TransPuG) of transactions or the widely diffused type of ‘comply or explain’ regulation contained

| | Formal Rules | Informal Rules |
|---------|---|---|
| State | > Sarbanes Oxley > Comply-or-Explain | > Economic culture > Tradition, modes, conventions |
| Private | > Corporate Governance-Code > ValuesManagementSystem | > Corporate culture > Corporate Values |

FIGURE 1: GOVERNANCE MATRIX AND MANAGEMENT OF RULES

in many governance codes that directly influence the corporate governance of a firm. Public informal rules include such things as the impact of a national or regional culture on social or ecological responsibility of firms, or on how to deal with corruption.

Adopting such a comprehensive interpretation of corporate governance leads to the conviction that any efficient and effective governance structure needs to serve two functions: to constrain and to enable. Corporate governance cannot be interpreted solely as constraint of behaviour (for instance as limitation of exposure to risk). It should also be understood as enabler of behavior (for instance in ‘grey zones’) for managing transactions with integrity (on this distinction see Wieland 2001b). A crucial objective of the notion of governance I propose here is to realize both functions in everyday business conduct.

It is obvious and beyond dispute that no broad agreement with such a definition of corporate governance exists in many countries and regions. The Anglo-Saxon countries and Switzerland, for instance, emphasize management control and the defensive aspects of monitoring. The Danish or Dutch, on the other hand, interpret corporate governance as effective stakeholder management. From such a perspective, monitoring and management control also have an important role to play. They are, however, embedded in a conception of the firm that sees it as a part of the society at large, and that takes the interests of different stakeholders into consideration. I will develop these issues in further detail below. At this point I just want to emphasize once more that only a comprehensive and integrative understanding of corporate governance is capable of providing a link between questions of business and corporate ethics, and the strategic and operative management of firms. At the same time, only the process of understanding corporate governance in a comprehensive

and integrative way creates the conditions that enable the governance structure as a whole to be effective, including its public and private rules of compliance. Public and private, formal and informal rules form a network. The network linkages support the individual components and increase their effectiveness. This indeed appears to be the lesson from the recent scandals: firms such as WorldCom, Enron, and Arthur Andersen all had formally implemented brilliant systems of corporate governance and compliance – they just did not live according to those, especially top management did not do so. There are two problems with corporate governance that is not backed by a corporate culture suited to it, and with formal rules not backed by the mobilization of informal values that support the enforcement of the formal rules. First, their effectiveness is limited. Second, they can also serve to disguise risks. They can lead to the impression that means for risk prevention would be available within the firm. I have discussed this in detail elsewhere (Wieland & Fürst 2004).

There are additional important arguments for coupling questions of corporate governance with those of business ethics in the way proposed here, bundling them into the ‘ethics of governance’ (for this research program see Wieland 1999, 2001a).

First: Questions of corporate governance relate to all processes taking place in firms. They arise on both the strategic and the operative level of management and span all hierarchical levels. Moreover, the decision to codify a corporate governance code is a top management decision. Coupling questions of corporate governance with those of business ethics will help to strengthen the endeavour to pursue an applicable and practically relevant approach to business ethics within firms. It will add to both import and importance.

Second: Corporate governance provides an interface between the legal and moral aspects of transactions, between the notion of compliance and corporate culture, and between the process of implementation and that of enforcement of systems of ethics management or value management. Such an interface is provided precisely when and if corporate governance is conceived as a self-enforcement process, conditioned by a ‘comply or explain’ rule. Such a process is an instance of structural coupling, which is characteristic for the governance of modern societies.

Third: Finally, it is important to note an aspect often rather neglected in the discussion. The corporate governance discussion in all countries also includes the question which should be the goals and tasks of firms in a global economy. Should they be purely economic, or rather include social goals and tasks? This question leads to a discussion of the definition and *raison d’être* of firms from an economic perspective, and from the perspective of the society. That discussion has a normative baggage and aims at providing legitimation. The answer we arrive at will therefore be of the utmost importance for the further theoretical and practical development of business ethics.

In what follows, I will focus on the third aspect. My aim will be to identify the European perspective at present, and sketch out what it could be in the future.

II DIVERSITY OF CORPORATE GOVERNANCE

The term ‘corporate governance’ is used on a global scale. Nevertheless, interpretations of what it means are not at all homogeneous. Divergences relate both to the term ‘corporation’ and the term ‘governance’. Both on the definition and *raison d’être* of corporations and on the interpretation of the term ‘governance’, large differences in

| Theory | Focus | Governance regimes | Reference |
|-------------------------|---|---|----------------------|
| Agency Theory | Ownership / control | Control, monitoring Performance based compensation | Market |
| Transaction Cost Theory | Allocation of governance to distinct transactions | Informal / formal rules, structures | Hierarchy |
| Organizational Theory | Rights / responsibilities of stakeholders | Organisational resources, competences | Strategic management |

FIGURE 2: THEORETICAL DIVERSITY OF CORPORATE GOVERNANCE

opinion prevail. The causes of those divergences in interpretation are to be found both in theories and in the cultural background. The next paragraph is dedicated to explain this in more depth.

The notion of corporate governance is much less sharply defined than one might expect at first glance. In fact, many different interpretations exist of what is a corporation (firm) and which types of transactions the systems of leadership, management and control – that is, the governance system – should be focused on. What is the objective of a firm, what are its aims? Which are its relevant actors? What do the relevant governance structures need to look like in order to achieve the purposes chosen? What is the role of the firm as an economic organization set in the context of society? It is not difficult to see that all those questions and the answers that will be given, have a crucial impact on the positioning of a firm in terms of ethics. For the moment it seems to make sense to make an attempt to assemble a theoretical framework for dealing with those differences, in order to facilitate their understanding and to estimate their consequences.

In what follows, I will argue based on the perspective of the research program of governance ethics which I have proposed (Wieland 1999, 2001a). Its theoretical ba-

ses are the findings of the institutionalist theory of the firm and the New Economics of Organization (Kroszner 1996). Against this background, we can distinguish three models of corporate governance: 1) Agency Theory, 2) Transaction cost economics and 3) Organization theory.

1) Agency Theory
Agency theory is focused on the problems relating to the separation of ownership and control. The personal separation of owners and managers, and the legal separation of ownership rights and decision rights leads to the core problem of agency theory: the conflict of different utility functions and interests between owners and managers in a firm.

The assumption shared by all economists is that managers, like all other economic actors, strictly maximize their own utility. Furthermore, economists also share the assumption that managers’ interest does not need to converge with the owner’s interest. Under such assumptions, adequate governance structures are required for allowing owners to monitor and control managers (Jensen & Meckling 1976; cf. Berle & Means 1932; Shleifer & Vishny 1997). The point of reference of this model of corporate governance is the market. Its competitive mechanisms, however, fail where they encounter the limits posed by incomplete

contracts and insurmountable information asymmetries. Precisely that is the meaning of Jensen & Meckling’s (1976: 310) term ‘residual loss’, which refers to the difference between a pure market solution and an agency solution.

These three aspects are of fundamental importance for any corporate governance system: the fact that actors who are in relations with the firm have different objectives; the incompleteness of the contracts of which the business cooperation is made of, and which comes to the surface in its everyday practice; and finally, the problem of asymmetric and incomplete information, which can concern any team members or stakeholder. Against this foil, it is clear why governance structures can be understood as instruments for ‘structuring, monitoring, and bonding a set of contracts among agents with conflicting interests’ (Fama & Jensen, 1983: 304).

At the present moment, principal-agency theory dominates the theoretical discussion of corporate governance. I will show in the following this is not true for the practical discussion of the respective national corporate governance codes – in particular, if one considers them from a European perspective. In terms of the matrix presented in figure 1, agency theory focuses exclusively on the problems in the left-hand column.

2) Transaction cost economics
Contrary to agency theory, transaction cost economics uses the term ‘governance’ explicitly and at a point that is decisive from a theoretical perspective. From a transaction cost economics vantage point, the firm is a comparatively efficient hierarchical structure that serves for accomplishing contractual relations. The firm is a nexus of contracts that organize and regulate transactions of products and services. The central problem of transaction cost economics is therefore to explain the carrying out of

economic transactions by the efficiency of the chosen governance structures that have been tailored to carry out the transactions at hand. Oliver E. Williamson, the founder of transaction cost economics, defines governance structure as follows: 'A governance structure is thus usefully thought of as an institutional framework in which the integrity of a transaction or related set of transactions, is decided.' (Williamson, 1996: 11). For Williamson, governance regimes consist of formal and informal structures and rules that enable carrying out economic transactions in an economic manner. Transaction cost economics focuses on hierarchical governance structures – such as firms and other organizations – as alternative to the market as governance structure. The corporate governance problem of transaction cost economics is therefore not the protection of ownership rights of shareholders, rather the effective and efficient accomplishment of transactions by firms in their cultural and political environment (Williamson 1996: 322-4). From such a vantage point, law and contracts are considered governance structures, just like corporate culture and the moral atmosphere of an economic transaction (Wieland 1996, Williamson 1996). Transaction cost economics therefore refers to all four quadrants of the comprehensive corporate governance approach presented in figure 1.

3) Organization theory
The most interesting contributions of organization theory for our topic here are the Resource-based View and the Competence-based View. Where economic organizations are understood as a pool of human and organizational resources, capabilities or competences, the objective of the governance regime is to generate, combine and activate such resources in order to attain a competitive advantage. Daily, Dalton & Cannella (2003: 371), for instance, write: 'We define governance as a determination of the broad uses to which organizational resources will be deployed and the resolutions of

conflicts among the myriad participants in organizations.' For Aoki (2001: 11), corporate governance refers to 'the structure of rights and responsibilities among the parties with a stake in the firm'. The point of reference of organization theory is neither market nor hierarchy. Rather, strategic management of resources and competences within and by means of an organization is the point of reference. Accordingly, for both transaction cost economics and organization theory, the firm is considered fundamentally different from market solutions. In this regard, both are in contrast to agency theory. The consequences for the notion of stakeholder are important. In the pure market model, stakeholders are reduced to being the counterpart to shareholders. They are not part of the economic problem. In the other two approaches, exactly the opposite is the case: there, shareholders are just one type of stakeholder, even though the most important one.

III THE EMPIRICS OF CORPORATE GOVERNANCE

In the following, I will refer to the results of an empirical analysis on corporate governance codes of 21 states that I have carried out. Some of these only have one code, such as Hungary. Others have several documents, such as Great Britain. Some are purely technical, others more political in character. They are edited by economic and political organizations. All those are covered in the empirical analysis (see appendix for details).

Several distinctions have been proposed for building taxonomies of the European corporate governance regimes. White (2003) distinguishes between Shareholder Value- and Stakeholder-Value-approach. Others propose a distinction between 'market or blockholder system' (Bratton, 2002), or between Shareholder-Stakeholder- and enterprise-interest approach (Wymeersch 2002;

cf. Becht et al., 2002). As opposed to these proposals, from the perspective of the ethics of governance that I have proposed and in the light of the empirical results, it is important to start by acknowledging that different ideas on the meaning and the objectives of the firm are attributed to each code. From a pure shareholder perspective, usually built on the theoretical fundament of agency theory, a firm is a machine the purpose of which is to increase the capital invested by the owners. I will call this the maximization model. From a transaction cost economics perspective, the firm is a formal or informal organization structure that can accomplish economic transactions in an economizing way. I will call this the economizing model of the firm. The organization theory perspective sees the firm in the context of cooperation between owners of internal and external resources in order to realize pecuniary and non-pecuniary income from their resources. I will call this the cooperation model of the firm.

These three different perspectives, based on different theoretical foundations, are mirrored in the European corporate governance codes. The 'Swiss Code of Best Practice for Corporate Governance' for instance, refers exclusively to agency theory and the maximization model. It says, for example: 'Corporate Governance is the sum total of the principles focussed on the interest of shareholders.' (p. 6). To the contrary, the French Rapport Viénot, basis for the French system of corporate governance, says: 'In Anglo-American countries, the emphasis in this area is on enhancing share value, whereas in continental Europe and particularly in France it tends to be on the company's interest. [...] The interest of the company may be understood as the overriding claim of the company considered as a separate economic agent pursuing its own objectives which are distinct from those of shareholders, employees, creditors including the internal revenue authorities, suppliers and customers. It nonetheless

| Perspective | Shareholder Value | Stakeholder Value | |
|-------------|--|---|---|
| Focus | Shareholder Management | Shareholder Stakeholder | Corporation Stakeholder |
| Countries | Switzerland, Czech Republic, Portugal, Sweden, Finland, Great Britain, Ireland | Denmark, Netherlands, Spain, Lithuania, Poland, Romania, Slovakia | Austria, Belgium, Germany, France, Italy, Hungary, Russia, Turkey |
| Entries | 7 | 7 | 8 |

FIGURE 3: CONCEPTS OF SHAREHOLDER VS. STAKEHOLDER

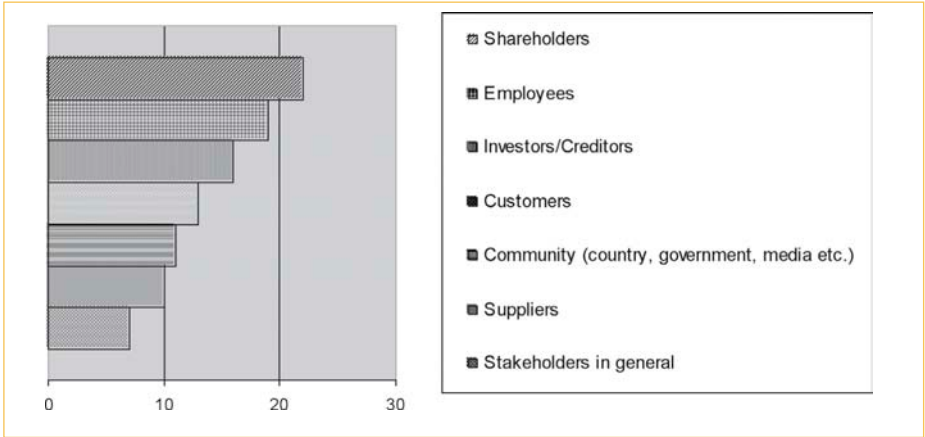


FIGURE 4: STAKEHOLDERS IN EUROPEAN CORPORATE GOVERNANCE CODES

represents the common interests which is for the company to remain in business and prosper. The committee thus believes that directors should at all time be concerned solely to promote the interests of the company' (l.1.). Here, the firm as a distinct organizational form is the point of reference. It is conceived as consisting of independent objectives and interests, which corporate governance structures are supposed to realize. These independent objectives and interests need to be distinguished from those of their members and stakeholders. Here, we meet a classic example of a firm-oriented corporate governance perspective. It corresponds to what I call the economizing model. Finally, as an example for the cooperation model I would like to cite the 'Dutch Corporate Governance Code' of

2003. Point three of its preamble states: 'The code is based on the principle accepted in the Netherlands that a company is a longterm form of cooperation between the various parts involved'.

If we align the European corporate governance codes according to the models distinguished above, the huge diversity of codes in Europe becomes apparent very clearly.

As the figure shows, most European corporate governance codes do not refer to agency theory and its focus on shareholder interest. Rather, they focus either on the conflict of interests between shareholder and stakeholder, or the conflict of interests between the firm as a legal and moral ac-

tor in itself and the stakeholders (including shareholders, which might be identified as the crucial stakeholders). In a certain sense, the latter category is a theoretical challenge for conventional stakeholder theory. The reason is that conventional stakeholder theory does not have an explicit, theoretically based notion of organization. Therefore, it is just the inverse of agency theory. The crucial point, though, is that the distinction organization/stakeholder (including shareholder) is indispensable for those who want to understand firms not just as organizations of the economy, but also as organizations of society – as forms of social cooperation. Precisely that is the declared intention of stakeholder theory. My diagnosis is that the lack of a notion of organization could well be at the root of the unsatisfactory analysis of the stakeholder problem. Further research is needed on the issue. It should perhaps not go unnoticed that stakeholder approaches and approaches focused on the firm do of course mention the paramount importance of shareholder interest – while approaches focused exclusively on shareholders do no mention stakeholders and their interest at all.

IV STAKEHOLDERS AND VALUES OF CODES

If we investigate the diversity of European corporate governance codes a little more in depth, we find further differences that are of importance for the corporate ethics discussion. Of particular interest in this context is the question which stakeholders are acknowledged and identified as having an interest in the firm. This particularly depends on the committees who issue the Corporate Governance Code, i.e. on the fact if it is appointed by government departments, stock exchange bodies or professional bodies. Also, the stakeholder engagement in reality depends on law and the common national practice. Moreover, most codes follow the recommendations of the according OECD principles.⁴

Stakeholder related issues

| Issue | Entries |
|--|---------|
| Code of Ethics, Ethical Standards | 11 |
| Cooperation, co-determination, partnership | 10 |
| Reports, Dialogue, Communication | 7 |
| Wealth, Prosperity, Jobs | 6 |
| Environmental protection | 6 |
| Social responsibility | 5 |
| | 45 |

FIGURE 5: ISSUES IN EUROPEAN CORPORATE GOVERNANCE CODES

| Shareholder Perspective | Stakeholder Perspective |
|---|--|
| voting market (manager, capital) liability reporting boards incentives | internal / external assurance internal / external whistleblowing reporting systems standards (VMS ^{ZfW} , SA 8000, AA, Q-RES, ...) ⁶ |

FIGURE 6: REGIMES OF CONTROL

As mentioned, the Swiss corporate governance code is the only one that exclusively identifies shareholders as stakeholders. The Dutch code, to the contrary, identifies shareholders, employees, whistleblowers, investors, suppliers, customers, government and the civil society. In most of the European corporate governance codes, shareholders, customers, employees, suppliers and creditors constitute the core of stakeholders. Depending on the function of the particular code, some of these stakeholders are then dropped or others added.

An especially telling example is the Russian corporate governance code.⁵ It says: ‘Corporate Governance is a term that encompasses a variety of activities connected with the management of companies. Corporate Governance affects the performance of economic entities and their ability to

attract the capital required for economic growth.’ The Russian standard therefore belongs to the firm oriented standards. It mentions the interests of ‘all’ shareholders (thus, private and public shareholders), the benefit of the Russian economy as a whole and high ethical standards. But no other stakeholders are identified. This is probably an expression, in cryptic form, of the orientation towards the state that Russian firms have. Coded as respect of the law and the social morale, it refers back to the socialist tradition.

A further differentiation of corporate governance codes shows up via an analysis of the values mentioned in the corporate governance codes.

Shareholder-oriented codes emphasize the interests of owners, problems of incomple-

te information, transparency, accountability, performance-based remuneration and sustained financial solidity. Stakeholder-oriented codes, on the other hand, have a wider frame of reference, as figure 5 shows. In addition to the points emphasized by shareholder-oriented codes, they highlight the relevance of ethical standards for management, the importance of cooperation and partnership in the firm, the importance of reporting, communication and dialogue; they also put the interest in social welfare and prosperity and the creation of jobs, as well as taking social and ecological responsibility, at par with shareholders’ profit interests. A similar differentiation can also be identified in the respective control regimes.

Shareholder-oriented codes work by control through the market (market for managers, capital market, incentive systems) and the organization of the firm (relations of voting rights, legal responsibilities, reporting system, board structure). For stakeholder approaches, on the other hand, imposing morally sensible standards, reporting systems and internal and external assurance systems are the important working mechanisms.

A synoptic summary of the fundamental principles of European corporate governance codes confirms this impression. Such a synoptic summary of a comprehensive and complete corporate governance code of European enterprises is available from the study ‘Corporate Governance Principles for listed companies’, carried out by the European Corporate Governance Service in 2003/2004.

From the analysis we can see that a ‘typical’ European benchmark code deals with questions relating to the board of directors (e.g. board structure, board size, role of chairman, director training) and to shareholder rights (e.g. equitable treatment, controlling shareholders, anti-takeover

5 http://www.cipe.org/pdf/programs/corp_gov/RusCG-Codedraft.pdf
6 The VMS^{ZfW} can be downloaded at: http://www.dnwe.de/2/content/bb_01.htm. The other codes can be found on the following websites: <http://www.cepa.org/SA8000/SA8000.htm>; <http://www.accountability.org.uk> and <http://www.gres.it>
7 Download the report: <http://www.wbcsd.org/web/projects/sl/whocareswins.pdf>

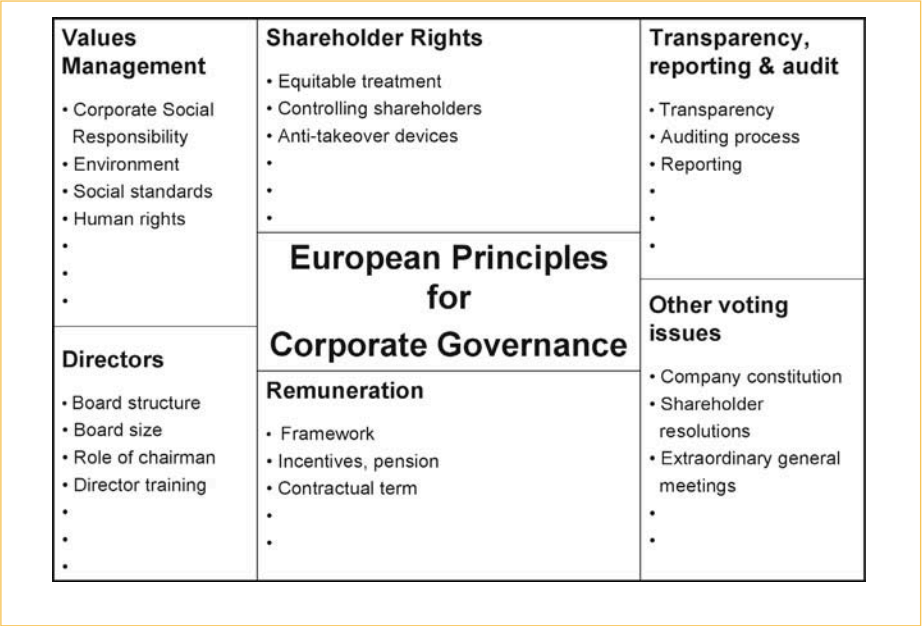


FIGURE 7: EUROPEAN PRINCIPLES FOR CORPORATE GOVERNANCE

devices). Furthermore, aspects of transparency and reporting- and audit systems of transparency (e.g. transparency, auditing process, reporting structures, internal control), and instruments for the adjusting interests (e.g. company constitution, shareholder resolutions, extraordinary general meetings) are also important. The imposition of a remuneration policy for managers (e.g. framework, incentives, pensions, contractual terms) and of guidelines for the area of corporate social responsibility (e.g. environment, social standards, human rights) complete the picture.

V CONCLUSION

In conclusion we can now recognize the following: Corporate governance codes that focus exclusively on the agency problem and pursue the maximization model offer no entry points whatsoever for a dimension of business ethics that goes beyond the honouring of contracts on the part of the managers. Corporate governance codes, on the other hand, which pursue the

economizing or cooperation model, directly and immediately lead to the integration of questions of moral and social responsibility of firms and their engagement in terms of corporate citizenship. Most of the European states follow one of the two models. This assessment appears to be a good foundation for a practically applicable and theoretically interesting discussion of the notion of corporate governance. After all, the discussion of a European approach to corporate governance has not at all come to a conclusion, but has just begun. Despite all historical differences, a tendency for codes to converge can now be discerned. Take the instance of the idea of corporate governance as a process of self-governance of firms. Adopting such an idea, accordingly, the role of the state should be contained within the frame set by a ‘comply or explain’ rule. It cannot, moreover, escape the observer that in codes such as the German one, Anglo-Saxon influences are attaining an increasing weight, such as when shareholder interests are emphasized more. At the same time, the Sarbanes-Oxley Act in the US which is of international impor-

tance because of its trans-territorial impact, explicitly demands moral standards and value management systems for risk prevention (Wieland & Fürst). Also notable in this context seems to be the Corporate Governance action plan of the EU commission of May 21, 2003 that is based on the preparatory work of the Winter reports of 2002. Though this action plan negates the establishment of a standardized European Corporate Governance Code, the content frames requirements that are to be implemented according to the national perspective of each member state. And in the context of the Global Compact, the Financial Sector Initiative of European banks “Who cares wins. Connecting financial markets to a changing world” is of eminent importance as well.⁷ It contains detailed „Recommendations by the financial industry to better integrate environmental, social and governance issues in analysis, asset management and securities brokerage“ and is endorsed by major banks such as AXA Group, Banco do Brasil, CNP Assurances, Credit Suisse Group, Deutsche Bank, Goldman Sachs, HSBC, ISIS Asset Management, KLP Insurance, Morgan Stanley, UBS, Westpac and others.

We can take these examples as instances of reciprocal learning processes which have clarified that a modern economic and moral focus of corporate governance does not necessarily need to end up in the inadequate and not very fruitful reductionism of agency theory.

Nowadays, the economic and business ethics literature contains theoretical approaches that integrate economic calculation and the pursuit of social responsibility by framing it as an allocation problem of economic resources, to be solved with the help of organizations.

BIBLIOGRAPHY

Aoki, M. (2001): Information, corporate governance and institutional diversity: Competitiveness in Japan, the USA and the transnational economies, Oxford: OUP, p. 11.

Berle, A./Means, G. (1932/1991): The Modern Corporation and Private Property. New York. New Brunswick/NJ: Transaction Publishers.

Becht, M. et al. (2002): Corporate Governance and Control. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 9371 of Dec. 2002.

Bratton, W.W./McCahery, J.A. (2002): Comparative Corporate Governance and barriers to global cross reference, in: McCahery, J.A. et al. (eds.): Corporate Governance Regimes. Convergence and Diversity. New York et al.: OUP.

Brunsson, N./Jacobsson, B. (2000): A World of Standards. Oxford: University Press.

Daily, C.M./Dalton, D.R./Cannella, A.A. (2003): Corporate Governance: Decades of Dialogue and Data, Academy of Management Review, Vol. 28/3, p. 371.

EU Commission: Modernisierung des Gesellschaftsrechts und Verbesserung der Corporate Governance in der Europäischen Union. Brussels, May 21, 2003.

European Corporate Governance Service Ltd.: Corporate governance principles for listed companies. London (www.ecgs.org).

Fama, E.F./Jensen, M.C. (1983): Separation of Ownership and Control. Journal of Law and Economics, Vol. 26, June 1983, p. 304.

Jensen, M.C./Meckling, W. (1976): Theory of the Firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. The Journal of Financial Economics, 1976.

Kroszner, R.S. (1996): The economic nature of the firm. Reader. New York: Cambridge UP.

Shleifer, A./Vishny, R.W. (1997): A Survey of Corporate Governance, The Journal of Fi-

nance, LI, 2, pp. 737-783.

Winter-Report: „Report of the high level group of company law experts on a modern regulatory framework for company law”. Brussels, Nov. 4, 2002.

Witt, P. (2003): Corporate Governance-Systeme im Wettbewerb. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Wieland, J. (1996): Ökonomische Organisation, Allokation und Status. Tübingen: Mohr (Siebeck).

Wieland, J. (1999): Ethik der Governance. Marburg: Metropolis.

Wieland, J. (2000): Corporate Governance und Unternehmensethik, in: Mittelstrass, J. (ed.): Die Zukunft des Wissens. Berlin: Akademie Verlag.

Wieland, J. (2001a): The Ethics of Governance, in: Business Ethics Quarterly, Vol. 11, No.1, pp. 73-87.

Wieland, J. (2001b): Die moralische Verantwortung kollektiver Akteure. Heidelberg: Physica.

Wieland, J. (2003): Standards and Audits for Ethics Management Systems – The European Perspective. Heidelberg: Springer.

Wieland, J./Becker, M. (2004): Über das Verhältnis von Struktur und Kultur in der Neuen Organisationsökonomik, in: Blümle, G./Goldschmidt, N. et al. (eds.): Perspektiven einer kulturellen Ökonomik (Reihe: Kulturelle Ökonomik, Bd. 1), Münster: LIT-Verlag.

Wieland, J./Fürst, M. (2004): Moral als Element der Good Corporate Governance in Banken, in: Wagner, A./Seidel, Chr. (eds.): Ethik in der Bankenpraxis. Frankfurt a.M.: Bankakademie Verlag.

Williamson, O.E. (1996): The Mechanisms of Governance, New York et al.: OUP.

Wymeersch, E. (2002): Convergence or Divergence in Corporate Governance Patterns in Western Europe?, in: McCahery, J. et al. (eds.): Corporate Governance Regimes. Convergence and Diversity. New York et al.: OUP, p. 242 ff.

CODES QUOTED:

- UK:**
- Cadbury Report (Financial Reporting Council & London Stock Exchange)
 - Greenbury Report (Confederation of British Industry Committee)
 - Hampel Report
 - Hermes Statement on Int’l Voting Principles (Hermes Investment Mgt. Ltd.)
 - Code of Good Practice (Association of Unit Trusts and Investment Funds)
 - The Hermes Principles (Hermes Investment Management Ltd.)
 - Combined Code on Corporate Governance (The Financial Reporting Council)
- SWITZERLAND:**
- Swiss Code of Best Practice for Corporate Governance (Economie Suisse)
 - Richtlinien Corporate Governance der Schweizer Börse (RLCGSWX)

- FRANCE:**
- Viènot 1 (French employers’ association CNPF and private business ass. AFEP)
 - Viènot 2 (Committee on Corporate Governance MEDEF and AFEP)

- NETHERLANDS:**
- The Dutch Corporate Governance Code (Corporate Governance Committee)

- RUSSIA:**
- Russian Corporate Governance Code (http://www.cipe.org/pdf/programs/corp_gov/RusCGCodedraft.pdf)

AFFIX: EUROPEAN CORPORATE GOVERNANCE CODES

Western and Middle Europe:

| | |
|--------------------|--|
| Austria | <i>Austrian Code of Corporate Governance</i> (Austrian Group on Corporate Governance in Austria) |
| Belgium | 1. <i>Merged Code</i> (Brussels Stock Exchange BXS and Finance Commission) 2. <i>Recommendation from the Federation of Belgian Companies</i> 3. <i>Directors Charta</i> (Belgian Directors Foundation) |
| France | 1. Viènot 1 (French employers’ association CNPF and private business ass. AFEP) 2. Viènot 2 (Committee on Corporate Governance MEDEF and AFEP) 3. <i>Recommendations on Corporate Governance</i> (Commission on Corporate Governance AFG-ASFFI) 4. <i>Promoting better Corporate Governance in Listed Companies</i> (MEDEF & AFEP) 5. <i>The Corporate Governance of Listed Corporations</i> (MEDEF & AFEP) |
| Germany | 1. <i>German Code of Corporate Governance</i> (Berlin Initiative Group) 2. <i>Corporate Governance Rules for Quoted German Companies</i> (German Panel on Corporate Governance) 3. <i>Baums Commission Report</i> (German Government Panel on Corporate Governance) 4. <i>German Corporate Governance Code</i> (Government Commission German Corporate Governance Code) |
| Netherlands | <i>The Dutch Corporate Governance Code</i> (Corporate Governance Committee) |
| Switzerland | 1. <i>Swiss Code of Best Practice for Corporate Governance</i> (Economie Suisse) 2. <i>Richtlinien Corporate Governance der Schweizer Börse</i> (RLCGSWX) |

South Europe:

| | |
|-----------------|---|
| Italy | 1. <i>Preda Report</i> (Committee for the Corporate Governance of Listed Companies) 2. <i>Corporate Governance Code</i> (Committee for the Corporate Governance of Listed Companies) |
| Protugal | <i>Recommendations on Corporate Governance</i> |
| Spain | 1. <i>The Corporate Governance of Listed Companies</i> (The Olivencia Commission) 2. <i>The Aldama Report</i> (Aldama Special Commission) |
| Turkey | <i>TÜSIAD Corporate Governance Code of Best Practice: Composition and Functioning of the Board of Directors</i> (Corporate Governance Association of Turkey) |

North Europe:

| | |
|----------------|--|
| Denmark | 1. <i>Guidelines on Good Management of a Listed Company</i> (Danish Shareholders’ Assc.) 2. <i>Recommendations for Good Corporate Governance in Denmark</i> (Norby Committee) |
| Finland | 1. <i>Corporate Governance Code for public limited companies</i> (Central Chamber of Commerce and Confederation of Finnish Industry and Employers) 2. <i>Ministry of Trade & Industry Guidelines</i> (Finnish Ministry of Industry and Trade) |
| Ireland | <i>Corporate Governance, Share Option and Other Incentive Schemes</i> (Irish Association of Investment Managers) |
| Sweden | 1. <i>Corporate Governance Policy</i> (Swedish Shareholders’ Association) 2. <i>The NBK Rules</i> (Naringslivets Borskommitte) |
| UK | 1. <i>Cadbury Report</i> (Financial Reporting Council & London Stock Exchange) 2. <i>Greenbury Report</i> (Confederation of British Industry Committee) 3. <i>Hampel Report</i> 4. <i>Hermes Statement on International Voting Principles</i> (Hermes Investmt. Mgt. Ltd.) 5. <i>Code of Good Practice</i> (Association of Unit Trusts and Investment Funds) 6. <i>The Hermes Principles</i> (Hermes Investment Management Ltd.) 7. <i>The Combined Code on Corporate Governance</i> (The Financial Reporting Council) |

East Europe:

| | |
|------------|--|
| Czech Rep. | <i>Revised Corporate Governance Code</i> (Czech Securities Commission) |
| Hungary | <i>Corporate Governance Recommendations</i> (Budapest Stock Exchange Company Limited by Shares) |
| Lithuania | 1. <i>The Corporate Governance Code for companies listed on the National Stock</i> 2. <i>Exchange of Lithuania</i> (National Stock Exchange of Lithuania) |
| Poland | 1. <i>Best Practices in Public Companies in 2002</i> (Best Practices Committee at the Corporate Governance Forum) 2. <i>The Corporate Governance Code for Polish Listed Companies</i> (Polish Corporate Governance Forum) |
| Romania | <i>Corporate Governance Code in Romania</i> (Corporate Governance Initiative for economic democracy in Romania) |
| Russia | <i>Russian Corporate Governance Code</i> |
| Slovakia | <i>Corporate Governance Code</i> (Financial Market Authority and others) |



Wir finden Antworten

Was Neugier und Innovation verbindet

Neugier ist ein starker Antrieb. Kinder entdecken mit ihrer Kraft Schritt für Schritt die Welt. Sie schauen, staunen, stellen Fragen – bis sie verstehen und begreifen. So wird aus Wundern Wissen.

Wer bei Endress+Hauser in Forschung und Entwicklung arbeitet, sollte sich deshalb ein Stück dieser Neugier bewahrt haben. Denn oft sind es die einfachen Fragen, die am Ende zur besten Lösung führen.

Endress+Hauser Process Solutions AG, der Spezialist für Automatisierungslösungen, lädt alle motivierten Nachwuchskräfte ein, Fragen zu stellen, Antworten zu finden und in die Zukunft zu schnuppern. Als Praktikant, Diplomand oder Karrierestarter. Willkommen.

www.solutions.endress.com

Endress+Hauser
Process Solutions AG
Christoph-Merian-Ring 23
CH-4153 Reinach
Telefon +41 61 715 73 00
Telefax +41 61 715 73 01
info@solutions.endress.com

Endress+Hauser 
People for Process Automation

TAE technische akademie esslingen Ihr Partner für Weiterbildung

Fordern Sie das Gesamtprogramm (CD)
unserer acht Geschäftsfelder an oder
besuchen Sie uns im Internet.

- maschinenbau, fahrzeugtechnik und tribologie
- fertigungs- und produktionstechnik
- elektrotechnik und elektronik
- informationstechnologie
- medizintechnik
- bauwesen
- betriebswirtschaft und arbeitskompetenz
- management und führung

An der Akademie 5
73760 Ostfildern

Ihr Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Rüdiger Keuper
Telefon +49 711 34008-18 | Fax +49 711 34008-65
ruediger.keuper@tae.de
info@tae.de

www.tae.de

werk // zwei

Print + Medien Konstanz GmbH



Beratung // Gestaltung // Layout // Reinzeichnung // Datenmanagement // Druck // Verarbeitung // Logistik

Bildbände Broschüren Bücher Flyer
Firmenausstattungen Imagewerbung
Kalender Kataloge Mappen Mailings
Packungsbeilagen Plakate Prospekte
Werbebeilagen Zeitschriften Zeitungen



Max-Stromeyer-Straße 180
D-78467 Konstanz
Tel +49 7531 999-1850
Fax +49 7531 999-1836
kontakt@werkzwei-konstanz.de
www.werkzwei-konstanz.de
Postanschrift Schweiz:
Postfach 2171
CH-8280 Kreuzlingen

MW MÜLLER WEINGARTEN

Die Müller Weingarten AG vereint als einziger Maschinen- und Anlagenhersteller weltweit die drei Kernkompetenzen der Metallumformung für den Automobilbau unter einem Dach: die Blechumformung, die Massivumformung sowie die Druckgießtechnik. An vier Standorten in Deutschland und mehreren Niederlassungen im Ausland entwickeln und bauen ca. 2.300 Mitarbeiter innovative Anlagen für die internationale Automobil- und Zulieferindustrie.

Zukunft braucht Bewegung

Durch unsere Hochschulkoooperationen bauen wir unsere Technologieführerschaft weiter aus und fördern den Nachwuchs für anspruchsvolle Aufgaben in der Zukunft. Hierzu bieten wir engagierten Praktikanten, Diplomanden und Absolventen an den Standorten Weingarten, Esslingen und Erfurt regelmäßig qualifizierte Projektarbeiten und Einstiegsmöglichkeiten an. Weitere Informationen dazu finden Sie auf unserer Homepage www.mueller-weingarten.de

Müller Weingarten AG
Schussenstraße 11, 88250 Weingarten
Telefon: +49 751 401-2613
Telefax: +49 751 401-2535
E-Mail: bewerbung.weingarten@mwag.de





PROF. DR. ING.
STEFAN SCHWEIGER
lehrt Betriebswirtschafts-
lehre mit Schwerpunkt
«Industrielle Projektplanung und
Prozessmanagement» an der HTWG
Konstanz.

OVERVIEW

Viele produzierende Unternehmen haben in den letzten Jahren ihr *Produktspektrum deutlich verbreitert*, um im schwierigen Marktumfeld ihre Umsatzziele erreichen zu können. Die unternehmensinterne *Komplexität* in den wertschöpfenden Prozessen ist hierdurch oft *überproportional angestiegen*. Mit ihr sind auch die Kosten angewachsen, so dass die *Ergebnissituation* in diesen Unternehmen trotz solider Umsätze *nicht zufrieden stellend* ist. Die Lösung dieses Problems liegt in einem funktionsübergreifenden Komplexitätsmanagement, das sowohl zu einer *Nutzenmaximierung* als auch zu einer Kostenminimierung für das Unternehmen führt. Bemerkenswert ist hierbei, dass es in den Unternehmen im Regelfall kein Erkenntnis- sondern eher ein *Umsetzungsproblem* gibt. Viele Ansätze warten daher auf ihre konsequente Realisierung.

ANGEBOTSKOMPLEXITÄT ERGIBT INTERNE KOMPLEXITÄT

Als Reaktion auf die Forderung nach einer erhöhten Kundenorientierung haben

viele Unternehmen in den letzten Jahren Maßnahmen zur Individualisierung ihres Leistungsspektrums umgesetzt, um das Geschäft zu stabilisieren bzw. auszubauen. Während jedoch die Umsätze nach längerer Zeit der Stagnation bzw. Schrumpfung wieder zunehmen, gelingt es vielfach nicht, gleichzeitig auch die Ergebnissituation substanziell zu verbessern. In vielen Fällen ist eine überproportional angewachsene externe sowie interne Komplexität mit in Folge steigenden Kosten als wesentliche Ursache hierfür zu nennen. In den zurückliegenden schwierigen Geschäftsjahren wurde versucht, die Umsätze in einem zunehmend internationalen und wettbewerbsorientierten Umfeld zumindest annähernd zu halten, indem praktisch alle Kundenwünsche bedient wurden. So entstand eine breite und tiefe Produktpalette mit zahlreichen Varianten, aufgrund derer die Komplexität in allen wertschöpfenden Prozessen deutlich zugenommen hat. Die Kosten der Variantenvielfalt sind aber nur in den wenigsten Unternehmen bekannt. Die klassische Kostenrechnung führt tendenziell zu einer ungewollten Quersubventionierung von Exoten zu Lasten der Standardprodukte. Die Schere zwischen einer

deutlich zunehmenden varianteninduzierten Komplexität und ständig sinkenden Stückzahlen wird auf Kosten der Prozesseffizienz immer größer. Für die unternehmensinterne Komplexität ist vielfach die marktseitige Angebotskomplexität verantwortlich. Jede zusätzliche Kundengruppe, jede neu erschlossene Region, jeder neue Kundenwunsch steigert zwar im Regelfall das Umsatzpotenzial, erhöht jedoch auch potenziell die Komplexität in Produktstrukturen und Prozessen. Steigende Einzel- und insbesondere auch Gemeinkosten sind fast automatisch die Folge.

1. Externe und interne Komplexität erhöhen den Aufwand sowohl in der Produktentstehungs- als auch in der Vermarktungs- und der Entsorgungsphase. Betroffen sind alle betrieblichen Prozesse gleichermaßen – vom Vertrieb über Entwicklung und Konstruktion, Beschaffung, Logistik, Produktion und Versand bis hin zu Service und Entsorgung.

2. Im Vertrieb bzw. Marketing steigt der Aufwand für Preisfindung und Absatzplanung. Die Klärung von Anfragen bindet erhebliche Kapazitäten, welche für die wertschöpfenden Vertriebsaufgaben nicht mehr zur Verfügung stehen.
3. In Entwicklung und Konstruktion müssen zusätzliche Teile, Zeichnungen und Stücklisten angelegt werden. Die Produkte müssen an Landesspezifika angepasst werden. Als Folge sinkt die Innovationskraft des Unternehmens, da Neuentwicklungen aufgrund der Überlast durch das laufende Geschäft auf der Strecke bleiben.
4. In der Beschaffung erhöht sich der Aufwand durch abnehmende Losgrößen. Die Einstandspreise steigen durch sinkende Bestellmengen. Die Disposition wird aufwändiger bei gleichzeitiger Zunahme der Bestände. Wareneingangskontrollen nehmen zu.
5. Steuerung und Durchführung der Produktion werden aufwändiger, weil es kaum Wiederholteile gibt. Rüstkosten und An-

laufverluste steigen. Zur Produktion werden mehr Spezial- bzw. Sonderwerkzeuge benötigt. Die Montage wird zur „Prototypenmontage“.

VERSCHIEDENE INDIKATOREN ZEIGEN HANDLUNGSBEDARF

Folgerichtig resultieren aus der Komplexität Probleme in allen betrieblichen Funktionsbereichen. Es gilt daher, die Warnsignale aus diesen Bereichen zu erkennen und zum Anlass für Optimierungen zu nehmen:

1. Vertriebsseitig sind komplexitätsbezogene Warnsignale beispielsweise ein hoher bzw. steigender Aufwand für die Angebotserstellung, einhergehend mit entsprechend langen Angebotsdurchlaufzeiten.
2. In Forschung und Entwicklung steigt der Aufwand für die Produktpflege. Verschlechterte Kennzahlen wie eine Zunahme des Änderungsaufwandes gegenüber dem Zeiteinsatz für Neuentwicklungen deuten auf Schwachstellen im Variantenmanagement hin.

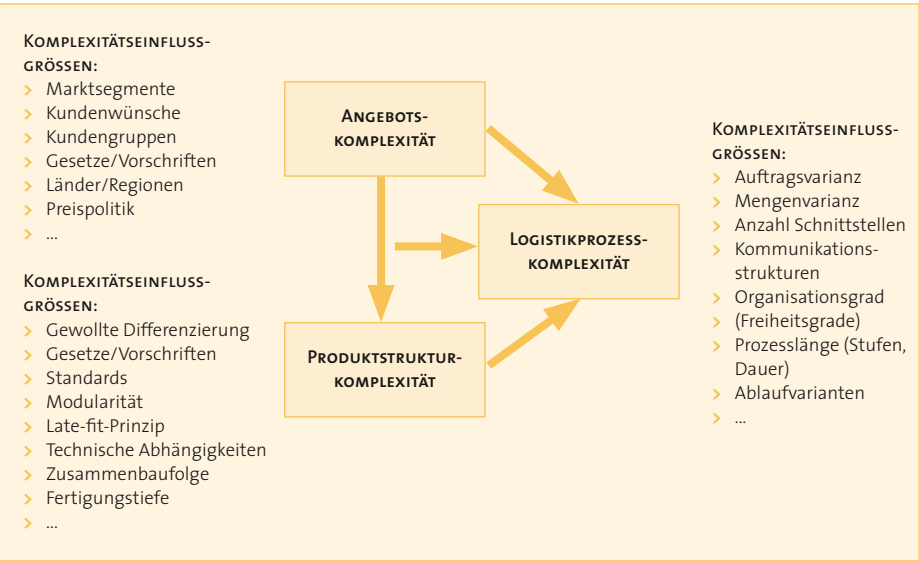


ABB. 1: DIFFERENZIERUNG AM MARKT INDUZIERT KOMPLEXITÄT IM UNTERNEHMEN

| | ENTWICKLUNG KONSTRUKTION | BESCHAFFUNG | PRODUKTION | VERTRIEB MARKETING | MONTAGE SERVICE ENTSORGUNG |
|---|---|--|--|--|---|
| PRODUKT- ENTSTEHUNGS- PHASE | <ul style="list-style-type: none">> Zusätzliche Teile, Zeichnungen, Stücklisten, Versuche, Prototypen etc.> Aufwändigere Normung, Typung | <ul style="list-style-type: none">> Zusätzliche Lieferantensuche, -auswahl, Wareneingangskontrollen etc. | <ul style="list-style-type: none">> Zusätzliche Spezial-/Sonderwerkzeuge, Arbeits- und Prüfpläne, Fertigungsverfahren etc. | <ul style="list-style-type: none">> Aufwändigere Absatzplanung> Aufwändigere Preisfestsetzung | <ul style="list-style-type: none">> Prototypenmontage> Zusätzliche Kundendienstunterlagen |
| VERMARK- TUNGS- UND ENTSOR- GUNGSPHASE | <ul style="list-style-type: none">> Anpassung der Varianten an Landesspezifika> Weniger Neukonstruktionen wg. Überlast> Erhöhter Dokumentationsaufwand> Zusätzliche Datenbereinigung | <ul style="list-style-type: none">> Sinkende Bestellmengen, steigende EK-Preise> Q-Probleme> Hohe Bestände> Aufwändigere Disposition> Höheres Veraltungsrisiko> Aufwändigere Auslaufplanung | <ul style="list-style-type: none">> Kaum Wiederholteile> Q-Probleme> Aufwändige Fertigungssteuerung> Hohe Rüstkosten, Anlaufverluste, kleine Lose | <ul style="list-style-type: none">> Aufwändigere Anfragenklärung> Hohe Fertigwarenbestände> Verwechslungsgefahr bei Auftragsabwicklung> Kleinere Marktsegmente> Aufwändigere Auslaufplanung> Abgrenzungsproblem zu Neuprodukt | <ul style="list-style-type: none">> Erschwerte Serviceleistungen> Höhere Reaktionszeit, ET-Lagerbestand> Aufwändige Ersatzteilversorgung> Erschwerte Demontage |

ABB. 2: VARIANTENVIELFALT ERHÖHT DEN AUFWAND IN ALLEN WERTSCHÖPFENDEN FUNKTIONEN

3. In Beschaffung und Lagerhaltung sind steigende Beschaffungskosten und eine Verschlechterung von Logistikkennzahlen wie beispielsweise Bestandshöhe und Reichweiten typische Warnsignale. Verschrotungen und Wertberichtigungen können zunehmen, Einstandspreise steigen, die Belegung bzw. Auslastung der Lagerplätze nimmt stark zu und die Anzahl der Erstmusterprüfungen steigt überproportional.

4. In der Produktion verlängern sich die Durchlaufzeiten bei gleichzeitiger Verschlechterung der Termintreue. Die Losgrößen sinken, Rüst- und dispositive Kosten steigen.

Eine im Controlling zu beobachtende Verschlechterung des Verhältnisses von Umsatz zur Kunden- bzw. Produktanzahl kann ebenso einen Handlungsbedarf anzeigen wie ein überproportionaler Anstieg der Gemeinkosten oder eine nicht erklärbare Verschlechterung von Ergebnis, Umsatzrendite und Produktivität.

NUTZENMAXIMIERUNG UND KOSTENMINIMIERUNG SIND DIE LÖSUNG

Werden die oben genannten Warnsignale festgestellt, so muss gehandelt werden. In diesem Zusammenhang sollten beide Stellhebel zur Steigerung des Unternehmenswertpotenzials – Nutzensteigerung und Kostensenkung – geprüft werden. Um eine Nutzensteigerung umzusetzen, ist zunächst eine eventuell notwendige Bereinigung hinsichtlich der Kunden sowie der Leistungsbreite und -tiefe durchzuführen. Als Tools können in diesem Zusammenhang unter anderem die Prozesskostenrechnung, die Kunden- bzw. Produktprofitabilitätsanalyse und die klassische ABC-Analyse angewandt werden. Durch die auf Basis des Einsatzes dieser Tools verbesserte Ergebnissituation können neue Marktchancen auch unterhalb des High-End-Segmentes

erschlossen werden - eine wesentliche Voraussetzung, um am Wachstum in Schwellenländern teilhaben zu können. Ebenfalls sind alle Möglichkeiten, Exoten durch Basisvarianten zu substituieren, auszuschöpfen – ein Ansatz, der durch Vorfeldmarketing und eine planungskonforme Preisstrategie flankiert werden kann.

Eine Senkung und Flexibilisierung der Kosten kann unter anderem durch eine prozessorientierte Ausrichtung der Aufbau- und Ablauforganisation, eine Optimierung der Sourcingstrategie (Outsourcing, Single, Modular, System Sourcing), ein durchsetzungsstarkes Projektmanagement, die Umsetzung einer Late-fit-Strategie und die Realisierung eines C-Teilemanagements erreicht werden.

Neben der Senkung der Kosten ergeben sich aus einem professionellen Komplexitätsmanagement eine Reduzierung von Lieferzeiten, die Verbesserung der Termineinhaltung, eine Steigerung der Qualität, teilweise erhebliche Bestandssenkungen und eine gesteigerte Transparenz in den Prozessen. So konnten in einem Projekt die Herstellkosten einer Produktgruppe um 25 Prozent reduziert werden. Der Nettoprojekterfolg konnte durch geringere Abweichungen zwischen Vor- und Nachkalkulation deutlich gesteigert werden. Die Lieferzeit konnte um 30 Prozent reduziert werden bei gleichzeitiger deutlicher Zunahme der Terminsicherheit. Konstruktions- und Angebotserstellungsaufwand konnten um 50 bzw. 80 Prozent gesenkt werden.

Oft zeigt sich im Zuge der Optimierung des Komplexitätsmanagements, dass es in produzierenden Unternehmen im Regelfall kein Erkenntnis-, vielfach aber ein Umsetzungsproblem gibt oder provokant formuliert: „Es reicht nicht das Erzählte, sondern es zählt nur das Erreichte“. Die einzelnen Ansätze im Komplexitätsmanagement, die in Summe zu einer Verbesserung der

Umsatz- und Ergebnissituation führen, sind zwar hinreichend bekannt, werden aber nicht konsequent umgesetzt, weil die Kapazität für Veränderungen bzw. eine funktionsübergreifende Koordination der Aktivitäten fehlen. Dazu kommen persönliche Aspekte: Welcher Vertriebsmitarbeiter verzichtet vor dem Hintergrund ambitionierter Umsatzziele schon gerne auf das Geschäft, welches der Verkauf einer zusätzlichen Variante verspricht? Welcher Konstruktionsmitarbeiter ist zu einer umfassenden Standardisierung bereit, wenn durch die erzielbare Aufwandsreduktion die Auslastung der Konstruktion gefährdet erscheint? Gerade in einer solchen Situation lassen sich durch eine konzentrierte, funktionsübergreifende Aktion wesentliche Logistik-Prozessparameter im Unternehmen verbessern.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in vielen produzierenden Unternehmen noch nennenswerte Potenziale verborgen sind, die durch einen funktionsübergreifenden Ansatz zur Optimierung des Komplexitätsmanagements gehoben werden können.

WAS WOLLEN SIE DENN WERDEN, WENN SIE EINMAL GROSS SIND?

Sie wollen etwas verändern. Weiterkommen. Herausforderungen meistern und an ihnen wachsen. Gute Arbeit abliefern. Und – klar, auch das – gutes Geld dafür bekommen. Vermuten wir einfach mal. Schließlich hätten wir uns sonst nicht ausgerechnet hier und heute getroffen. So weit, so gut. Aber noch nicht gut genug. Denn es geht um mehr. Um Herzblut. Mit einem ordentlichen Schuss Benzin drin. Haben Sie? Dann lesen Sie weiter.

MAHLE. Der Inbegriff für Präzision. Für wegweisende Innovationen. Konkret: für die Entwicklung und Fertigung hochwertiger Komponenten und Systeme für die internationale Kraftfahrzeug- und Motorenindustrie.



Rund 37.500 engagierte Mitarbeiter. Expansionsstärke. Leidenschaft für die Technik. Das ist das Erfolgskonzept des MAHLE Konzerns.

MAHLE

Driven by performance

Einstiegschance für Jung-Ingenieure (m/w) mit Leidenschaft für das Automobil

Das erwartet Sie:

Intensive Einarbeitung und permanenter Dialog. Herausforderungen und Perspektiven, die Sie weiterbringen. Kurze Entscheidungswege. Und bei entsprechender Eignung: die Option eines mehrmonatigen Auslandsaufenthalts im Rahmen unseres internationalen Traineeprogramms.

Das haben Sie hinter sich:

Die Theorie haben Sie glänzend absolviert (da spricht Ihr Studienergebnis für Sie). Und sich in ersten praktischen Erfahrungen bewiesen.

Das bringen Sie mit:

Sehr gutes Englisch. Mobilität. Kreativität. Strukturierte Denke. Und natürlich die richtigen Soft Skills: Kommunikationsstärke. Team Spirit. Engagement. Biss.

Und das sollten Sie jetzt tun:

Senden Sie Ihre aussagefähige Bewerbung an die Personalabteilung der MAHLE GmbH, Pragsstraße 26–46, 70376 Stuttgart. Oder informieren Sie sich vorab bei Werner Hofmann: Telefon 0711/501-124 09. Auch gerne via E-Mail: werner.hofmann@mahle.com. Oder im Web: www.jobs.mahle.com.

In Kontakt bleiben. Verein der Freunde, Förderer und Absolventen der HTWG Konstanz e.V.

Ziel des Verbandes der Freunde, Förderer und Absolventen der HTWG Konstanz e.V. ist die Förderung der Hochschule Konstanz und ihrer Studierenden in Lehre und Forschung. Als Förderverband unterstützen wir die Hochschule jährlich mit namhaften Beträgen, werben Sachspenden von Firmen ein und ermöglichen dadurch unbürokratisch die schnelle Beschaffung von Lehrmitteln und Einrichtungen. Seit

Bestehen des Verbandes wurden von den rund 600 Einzelmitgliedern und den 60 Firmen und Verbänden mehr als 3 Millionen Euro Fördermittel und Sachspenden an die Hochschule weitergeleitet. Neben unserer Aufgabe, den Kontakt der Hochschule und ihrer Studierenden zu Behörden, Industrie und Wirtschaft zu vermitteln und zu halten, fördern wir auch die Verbindung der Absolventen zur Hochschule

und sind Ansprechpartner für alle Belange der "Ehemaligen".

Nur durch einen großen Mitgliederkreis kann der Verband seine Aufgaben wirkungsvoll erfüllen. Wir wenden uns daher an alle, die sich mit der HTWG Konstanz verbunden fühlen, unsere Zielsetzung durch eine Mitgliedschaft im Verband zu unterstützen.



Geschäftsstelle
HTWG Konstanz
Herr Klemens Blaß
Brauneggerstr. 55
D-78462 Konstanz

Tel. (07531) 206-297/-252
Fax (07531) 206-253
E-mail: blass@htwg-konstanz.de

Jahresbeiträge
Studierende ab 5 Euro
Einzelmitglieder ab 30 Euro
Firmen und Fachverbände ab 100 Euro

www.htwg-konstanz.de -> Organisation -> Verband der Freunde, Förderer und Absolventen

OTHMAR AMMANN (1979-1965) - DER STAHLBRÜCKENBAUER DES 20. JAHRHUNDERTS

Cengiz Dicleli



PROF. CENGİZ DICLELİ
geboren in Istanbul,
Studium des Bau-
ingenieurwesens an der

TU Berlin, von 1970 bis 1975 Mitarbeiter im Ingenieurbüro für Bauwesen Prof. Polonyi in Berlin, von 1975 bis 1986 wiss. Mitarbeiter an der Universität Dortmund an den Lehrstühlen für Tragkonstruktionen und Stahlbau. Seit 1986 Professor für Tragkonstruktionen an der HTWG Konstanz in der Fakultät Architektur und Gestaltung, zahlreiche Veröffentlichungen und Vorträge zur Geschichte der Gestaltung von Ingenieurbauten sowie zur Geschichte der Architektur in der Türkei.

Anlässlich der Inbetriebnahme der zweiten Fahrbahn seiner George Washington Brücke, die New York und New Jersey verbindet, wurde 1962 eine Büste von Othmar Ammann aufgestellt. Bei der Einweihung war er als Ehrengast eingeladen. Was mag in dem 83-jährigen Ingenieur in diesem Moment vorgegangen sein, der vor 58 Jahren zum ersten Mal seinen Fuß auf Manhattan gesetzt hatte? In der Zwischenzeit hatte er Ehrungen entgegennehmen können, die kaum einem anderen Ingenieur jemals zuteil geworden sind: Ehrungen von den US-Präsidenten Roosevelt und Johnson, Ehrendoktorwürden verschiedener Hochschulen, darunter auch von der ETH Zürich, im Übrigen gleichzeitig mit Albert Einstein, Ehrenmitgliedschaften mehrerer Fachvereinigungen und nicht zuletzt die Goldmedaille des American Institute of Architects. Zwei Brücken von ihm waren zu ihrer Zeit die größten ihrer Bauart. Die einzige Schweizer Briefmarke mit einem amerikanischen Bauwerk zeigte 1979 Ammann und seine Verrazano-Narrows Brücke.

Als er 1904 in die USA reist, hat Ammann bescheidenere Pläne. Er möchte lediglich seine Kenntnisse im Bau von Hängebrücken erweitern, etwas Erfahrung sammeln und wieder nach Europa zurückkehren. Längerfristig plant er, in Deutschland oder der Schweiz möglicherweise eine Stellung als Hochschullehrer anzunehmen, so wie sein Wasserbau-Professor an der ETH, Prof. Karl Emil Hilgard ihm empfohlen hatte, der selber für einige Jahre für die Northern Pacific Railroad in den USA tätig gewesen war. Doch New York, wo gerade die Diskussion über die Überquerung des Hudson River im vollen Gange ist, scheint den ehrgeizigen und leistungswilligen jungen Ingenieur zu beflügeln. Er wird diese Erfahrung später selber so beschreiben: „A visit to the top of Palisades Cliffs, from where I obtained a splendid view of the majestic river. For the first time I could envisage the bold undertaking, the spanning of the broad waterway with a single leap of 3000 ft from shore to



ABB. 1: OTHMAR H. AMMANN, QUELLE:
WWW.FORTLEONLINE.COM/GWB/GWBGALLERY14.HTML

shore,... This visit came at that time as near to a dream to see the ambitious effort materialized. ... and from that moment as my interest in great bridges grew.“

Othmar Hermann Ammann stammt aus Feuerthalen, einem kleinen Ort in der Nachbarschaft zu Schaffhausen in der Schweiz. 1894 bis 1897 besucht er die Industrieschule in Zürich. Obwohl er die Absicht hat, Architektur zu studieren, folgt er dem Rat eines seiner Lehrer, der seine mathematische und konstruktive Begabung erkennt, und nimmt das Bauingenieur-Studium an der ETH auf. Er hat die Chance, bei Professoren wie Karl Wilhelm Ritter (Statik) und Ludwig Tetmajer (Materialkunde) zu studieren. Ritter hatte bereits die USA besucht und über die aktuellen Brückenprojekte veröffentlicht. 1898 tritt er der Turnerschaft Utonia bei. Das Studium dauert sieben Semester, das er 1902 mit Diplom abschließt. Es ist überliefert, dass er zu Beginn seines Studiums einige Wochen als Volontär beim Bau der Hängebrücke in Langenargen am Bodensee (1896-97) beschäftigt war.² Nach einem kurzen Praktikum bei einer Stahlbau-firma in Brugg und bei einer Stahlbeton-firma in Frankfurt a.M. zieht er 1904 in die USA.

DIE ERSTEN JAHRE IN DEN USA

Seine ersten Jahre in Amerika sind ziemlich hektisch aber entscheidend für seine weitere Karriere. Bereits zwei Wochen nach seiner Ankunft in der neuen Welt ist er

¹ Widmer, Urs: „Othmar H. Ammann“ in „Pioniere der Wirtschaft und Technik-Fünf Schweizer Brückenbauer“; Verein für wirtschaftshistorische Studien, Zürich 1985
² Näher, Ernst: „Die Argenbrücke“; Kressbronner Jahrbuch 1984
³ Rastorfer, Darl.: „Six Bridges – The Legacy of Othmar H. Ammann“; New Haven und London 2000

beim angesehenen Ingenieurbüro von Joseph Mayer für 50 \$ im Monat eingestellt, wie er seiner Freundin Lily Selma Wehrli in Zürich berichtet.³ In dieser Zeit werden bei Mayer an die 30 Brückenprojekte bearbeitet, darunter auch ein Entwurf für die Überbrückung des Hudson River. Nach einem halben Jahr muss Ammann seinen Arbeitgeber wechseln, da mehrere Aufträge zurückgestellt werden müssen. Ammanns zweiter Job bringt ihn in die Ingenieurbteilung der Pennsylvania Steel Company in Harrisburg. In seiner Mittagspause zieht er durch die Hallen des Werkes und studiert Herstellungs- und Montagetechniken. Um diese Zeit beschließt er wohl auch, seinen USA-Aufenthalt zu verlängern, reist für einen Monat nach Zürich und heiratet seine Lily. Über Pittsburgh reist das Paar nach Chicago, wo Ammann eine Stellung im Büro von Modjeski annimmt, der ein Spezialist für weitgespannte Brücken ist. 1906 kehrt er zur Steel Company nach Harrisburg zurück, diesmal als Chefingenieur. Nebenbei arbeitet er mit dem Büro Kunz & Schneider im Auftrag der Kanadischen Regierung an der Fehleranalyse und dem Neuentwurf der am 29. August 1907 eingestürzten Auslegerbrücke in Quebec. Diese Arbeit wird sein erster bedeutender wissenschaftlicher Beitrag im Stahlbrückenbau. Nachdem er kurz darauf ganz zu Kunz & Schneider nach Philadelphia wechselt, beginnt sich Ammann auf weitgespannte Brücken zu konzentrieren. Er arbeitet an mehreren Bogenbrücken und am Buch „Design of Steel Bridges“ mit, das allerdings erst nach seinem Ausscheiden aus dem Büro von Kunz & Schneider unter deren Namen veröffentlicht wird.

1912 hat die Familie Ammann ihre Pläne, nach Europa zurückzukehren, um den erstgeborenen Sohn Werner in der Schweiz einzuschulen, noch nicht aufgegeben. Ammann bemüht sich um Kontakte in Deutschland und der Schweiz. Als er jedoch von Gustav Lindenthal in New York ein attraktives Angebot bekommt, was er

nicht ablehnen kann, sind die Würfel endgültig gefallen.

Der aus Österreich stammende Lindenthal hat eine große Brücke in Hell Gate im Auftrag und bietet dem Schweizer die Position des „assistant chief engineer“ in seinem Büro an. Im Juni 1912 fängt Ammann bei Lindenthal an, wo auch David Steinmann beschäftigt ist. Somit sind die drei großen Brückenbauer der USA in einem Büro versammelt. Gustav Lindenthal (1850-1935) stammt aus Österreich, hatte an der TH Dresden studiert und siedelte 1874 in die USA um. Er ist der einflussreiche Brückenspezialist, eine charismatische Persönlichkeit, die sich hingebungsvoll dem Bau von Stahlbrücken verschrieben hat, und ein Ingenieur, der wie kein anderer mit neuen Formen experimentiert. Ammann kennt seinen Entwurf von 1888 für die Überbrückung des Hudson River schon aus seiner Zürcher Zeit aus dem Buch seines Lehrers Ritter über die amerikanischen Brücken. David Steinmann (1887-1960) ist Sohn weißrussischer Emigranten, hatte deutsche Brückenliteratur studiert und ins Englische

übersetzt. Er wird bis an sein Lebensende der größte Konkurrent Ammanns sein, dem er jedoch nicht zuletzt wegen der besseren Ausbildung des ETH-Absolventen unterlegen ist.

Lindenthal hat die viergleisige Eisenbahnbrücke über den East River, die Hell Gate Brücke im Auftrag, die er als ein Stahlfachwerkbogen mit einer Spannweite von 305 m konzipiert hat. Sie übertrifft alle bisherigen Bogenkonstruktionen auch bezüglich der Höhe der geforderten Verkehrslasten mit 34000 Tonnen und wird 1917 eröffnet.

DER MEISTER

Die Zusammenarbeit Ammanns mit Lindenthal endet 1923. New York soll endlich mit New Jersey durch eine Brücke verbunden werden. Die beiden Fachleute können sich bezüglich der Positionierung und der Größe der Brücke nicht einigen. Ammann macht sich in einem kleinen Büro selbständig, das ihm einige Schweizer Freunde zur Verfügung stellen. 1924 wird er eingebürgert.

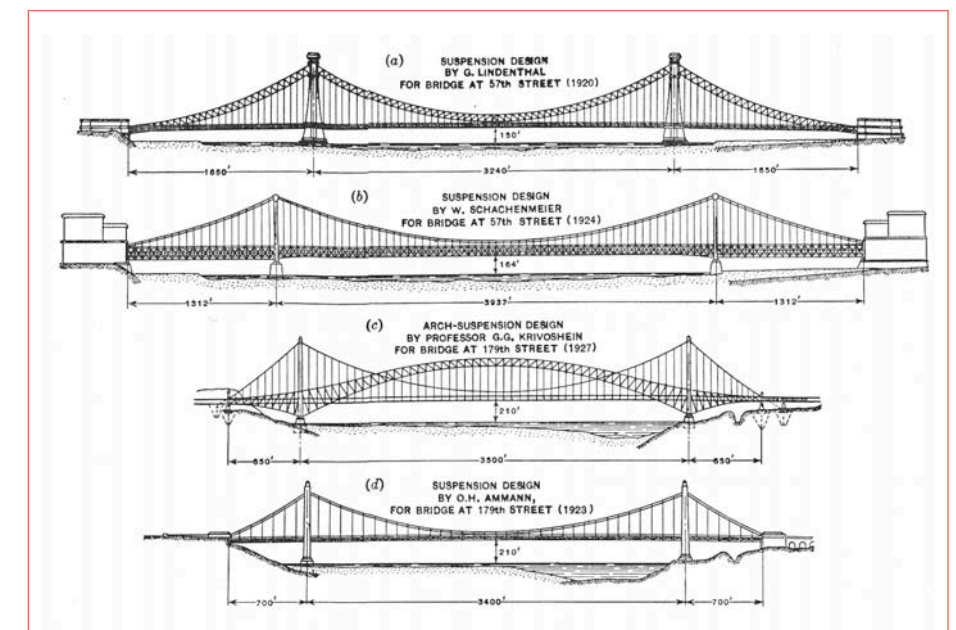


ABB. 2: NEUERE ENTWÜRFE FÜR EINE HUDSON BRÜCKE, QUELLE: STÜSSI

Dieser Artikel ist in abgewandelter Form in der Ausgabe 2/06 der Zeitschrift „deutsche bauzeitung db“ erschienen.

Obwohl von vielen führenden Ingenieuren der Zeit Entwürfe für eine Brücke über die Hudson River vorliegen, schafft er es, die politischen Gremien von seinem Vorschlag zu überzeugen, die Überquerung an der 179. Strasse Manhattans, auf der Höhe der Palisades Cliffs zu bauen (Abb. 2). Mit dem Auftrag für die George Washington Brücke gelingt Ammann endgültig der Durchbruch. Er ist ein hoch intelligenter Mann, ein Spezialist mit einer hervorragenden theoretischen Ausbildung, mit einschlägiger Erfahrung in Statik, Konstruktion und

Ausführung von Stahlbrücken jeglicher Art und hatte bereits mit den besten Brückenbauern in den USA zusammengearbeitet. Bei Lindenthal hatte er die Chance gehabt, bei den größten Bogen-, Balken- und Hängebrücken der Welt Erfahrungen zu sammeln. Kein anderer Ingenieur ist besser für die ganz großen Aufgaben vorbereitet, die insbesondere in und um New York anstehen.

1925 wird Ammann mit seinen 46 Jahren Chef der New Yorker Hafenbehörde (Port of New York Authority). Dann kommt alles

Schlag auf Schlag: 1928 die Eröffnung der Outherbridge Crossing und der Goethals Brücke sowie der Spatenstich für die Bayonne Brücke. 1929 erlässt er interne Vorschriften für die Bauten der Hafenbehörde „Specifications for Design of Bridges carrying Highway and Electric Rail Passenger Traffic“, die als die Bibel des Stahlbrückenbaus gelten. 1931 werden seine zwei wichtigsten Bauten fertig gestellt: Die **GEORGE WASHINGTON BRÜCKE** (Abb. 3), eine Hängebrücke mit der doppelten Spannweite der bis dahin längsten Hängebrücke und mit drei Wochen Abstand die **BAYONNE BRÜCKE** (Abb. 4), ein Stahlfachwerkbogen mit 510 m Spannweite, 205 m länger als die Hell Gate Brücke Lindenthals. Der spätere US-Präsident Roosevelt würdigt vor allem die schnelle und erfolgreiche Fertigstellung der beiden Großstrukturen als „neuer hoher Standard im öffentlichen Dienst“.

Die George Washington Brücke wird in der ersten Ausbauphase mit nur einer Fahrbahn praktisch ohne vertikalen Versteifungsträger gebaut, weil Ammann erkennt, dass bei Hängebrücken dieser Größenordnung sowohl das Verhältnis der Verkehrslasten zum Eigengewicht als auch die Gefährdung der Konstruktion durch Schwingungen so klein sind, dass man auf eine aufwendige Versteifungskonstruktion quasi verzichten kann. Auch der Einsturz der Tacoma Brücke nach nur neun Jahren nach der Einweihung der George Washington Brücke bringt den selbstbewussten Ingenieur nicht aus der Ruhe, auch wenn manche Kritiker meinen, dass er lediglich mehr Glück gehabt hat als Leon Moisseiff mit seiner Tacoma Brücke. Ammann beschäftigt sich auch wissenschaftlich mit dem Phänomen der Schwingungen bei weitgespannten Strukturen und formuliert einen so genannten „Stiffness Index“, womit man nunmehr die Gefährdung von Hängebrücken beurteilen kann.⁴

1934 übernimmt Ammann auch die Leitung der Triborough Bridge Authority. Es

folgen 1936 die Triborough Brücke, eine Hängebrücke mit 420 m Spannweite und 1937 der Lincoln-Tunnel zwischen New Jersey und Manhattan.

Sein Einfluss reicht inzwischen weit über New York hinaus bis an die Westküste der USA. Bereits 1917 wurde er aufgefordert, eine Brücke für das Goldene Tor bei San Francisco zu entwerfen. Jedoch konnte er damals die Beteiligten von der Durchführbarkeit eines solchen Vorhabens nicht überzeugen. Nach fast 20 Jahren berät er nun den Entwurf der weltweit bekanntesten Brücke mit der damaligen Rekordspannweite von 1280 m nicht zuletzt aufgrund seiner Erfahrungen bei der George Washington Brücke. Nach dem Einsturz der Tacoma Narrows Brücke, die 1940 infolge winderregter Schwingungen einstürzt, wird er mit der Untersuchung der Ursachen beauftragt.

Als er 1946 mit dem bekannten Betonbauer Charles S. Whitney eine Partnerschaft eingetrennt hat, ist Ammann bereits 67 Jahre. Das Büro **AMMANN & WHITNEY** operiert weltweit mit Niederlassungen in New York, Milwaukee, San Francisco, Paris, Athen, Ankara, Teheran, Adis Abeba, Dacca und Karachi, realisiert eine unübersehbare Anzahl von Bauten, neben Brücken jeder Größe auch Strassen- und Hochbauten, u.a. auch das weltweit bekannte Terminalgebäude der Trans World Airlines in New York mit Eero Saarinen.

10 Monate vor seinem Tod am 22. September 1965 kann er noch etwas erleben, was kaum einem anderen Baumeister gelungen ist; mit 86 Jahren feiert Ammann die Eröffnung seiner **VERRAZANO-NARROWS BRÜCKE**, die mit ihren 1298 Metern Spannweite wieder einen Weltrekord bricht (Abb. 5, 6).

DER GESTALTER

Angesichts seines Erfolges als Bauingenieur mag man etwas schmunzeln, wenn man daran denkt, dass Ammann erst vorgeliebt hatte, Architektur zu studieren. Beschäftigt man sich mit ihm und seinem Werk etwas eingehender, so merkt man aber schnell, dass er seinen künstlerischen Anspruch nie aufgegeben hat. „Economics and utility are not the engineer's only concerns. He must temper his practicality with aesthetic sensitivity. His structures should please the eye.“⁵, so Ammann 1958. Wie auch der Schweizer Betonvirtuose Maillart legt auch Ammann auf die gute Gestaltung seiner Bauten großen Wert. Überliefert ist die engagierte Diskussion u.a. über die Gestaltung seiner beiden wichtigsten Brücken, die 1931 fertig gestellt werden. Die Konstruktionshöhe des Zweigelenkbogens der Bayonne Brücke nimmt, wie eigentlich nur bei einem eingespannten Bogen üblich, zu den Auflagern hin deutlich zu, obwohl es sich hier um einen Zweigelenkbogen handelt, dessen Obergurtkräfte zu den Gelenken hin kleiner werden (Abb. 7). Diese vom Kräfteverlauf her offensichtlich „falsche“ Formgebung kann nur mit gestalteri-



ABB. 3: GEORGE WASHINGTON BRÜCKE, QUELLE: ARCHIV DICLELI



ABB. 4: BAYONNE BRÜCKE, QUELLE: ARCHIV DICLELI



ABB. 5: VERRAZANO-NARROWS BRÜCKE, QUELLE: ARCHIV DICLELI

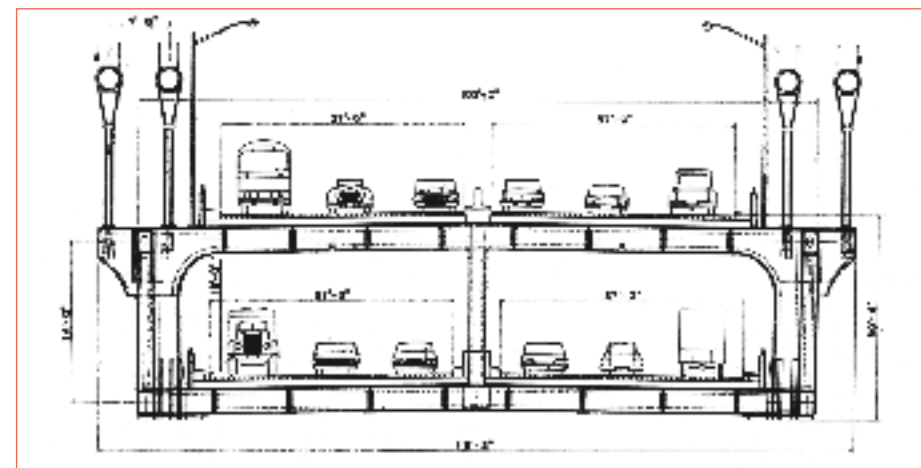


ABB. 6: VERRAZANO-NARROWS BRÜCKE, QUELLE: ARCHIV DICLELI

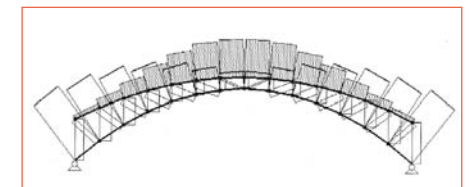


ABB. 7: NORMALKRAFTVERTEILUNG AM ZWIEGELENK-FACHWERKBÖGEN INFOLGE SYMMETRISCHER GLEICHLAST, QUELLE: EWERT



ABB. 8: BAYONNE BRÜCKE: ENTWURFSZEICHNUNG MIT VERKLEIDETEN AUFLAGERN, QUELLE: BILLINGTON

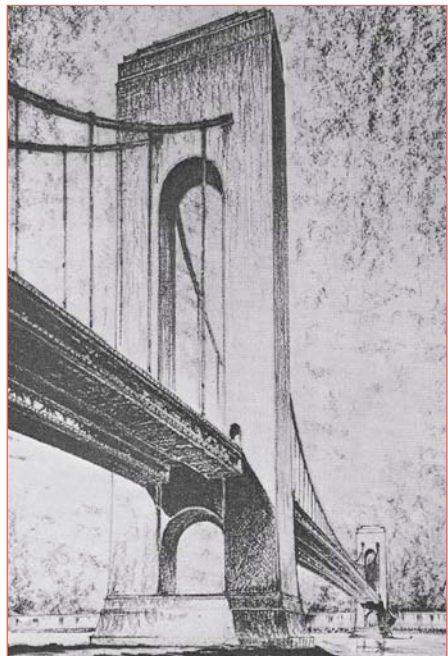


ABB. 9: ANSICHTSSKIZZE DER GEORGE WASHINGTON BRÜCKE MIT VERKLEIDETEN PYLONEN, QUELLE: STÜSSI

schen Absichten erklärt werden. Ammann entscheidet sich hier für ein besseres Gefühl der Stabilität ähnlich wie Lindenthal bei seiner Hell Gate Brücke. Leider werden die vorgesehenen Granitverkleidungen der Widerlager als Folge der Wirtschaftskrise von 1929 nicht ausgeführt, weswegen der Gesamteindruck der Brücke bis heute unbefriedigend geblieben ist (Abb. 4 und 8). Aus dem gleichen Grunde fallen auch die geplanten Steinverkleidungen der Pylone der George Washington Brücke dem Rotstift zum Opfer. Diesmal kann man jedoch von einem Glücksfall sprechen. Die stählernen Fachwerktürme sollten ursprünglich mit Beton umhüllt und mit Granitplatten verkleidet werden (Abb. 3 und 9).⁶ Billington führt diesen Entwurf auf die damalige Popularität der Brooklyn-Brücke zurück, die sie wegen des spannenden Kontrastes zwischen den steinernen gotischen Türmen und der leichten Stahlkonstruktion bei den Künstlern genoss. Ammann selbst begründet diese Entscheidung durch die englische Tradition des Brückenbaus, die

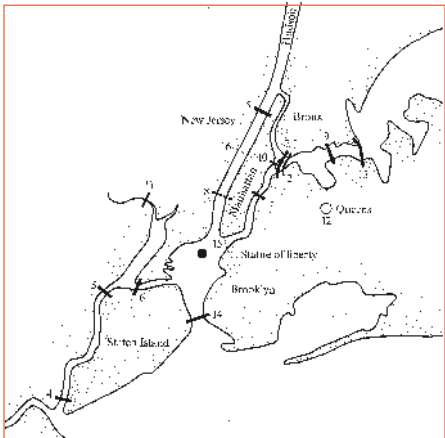


ABB. 10: BAUTEN VON OTHMAR AMMANN IN UND UM NEW YORK, QUELLE: TECHNORAMA SCHWEIZ

durch massive Türme und leichte Hängekonstruktionen gekennzeichnet ist, wie z.B. bei Telford's Menai-Brücke. Ammann gibt später trotzdem zu, dass die unverhüllten Türme besser aussehen und entwirft keine steinverkleideten Pylone mehr. Jedenfalls belegen zahlreiche Veröffentlichungen seine gestalterischen Beweggründe.

DER MENSCH

Was für ein Mensch steckt hinter dieser eindrucksvollen Leistung Ammanns, der durch eine lebenslange Disziplin das Gesicht New Yorks verwandelt hat (Abb. 10)?

Othmar Ammann war ein Patriot, blieb der Schweiz immer verbunden. Während des Ersten Weltkrieges unterbrach er sogar seine Tätigkeit bei Lindenthal und eilte für ein Paar Monate zu seinem Bataillon, das im Gotthardraum stationiert war. Später hielt er sich mit seiner Frau zu Ferientaufenthalten regelmäßig in der Schweiz auf, Studenten und Absolventen der ETH waren in seinem Büro und bei ihm zu Hause stets willkommen.

Darl Rastorfer, der sich mit seinen Familienangehörigen unterhalten hat und Einblick in seine Korrespondenz nehmen

6 Billington David P.: „The Tower and the Bridge“; New York 1983

durfte, beschreibt ihn so: „Dieser Mann mit hoher Schaffenskraft war überraschend bescheiden. Trotz seines Ruhmes blieb er zurückhaltend, führte seinen Lebensstil weiter, den er sich bereits am Anfang seiner Karriere zugelegt hatte; abends nie länger im Büro bleiben, zum Abendessen immer pünktlich zu Hause sein, im Garten arbeiten und klassische Musik hören, um sich zu erholen, und ... die längsten Brücken der Welt bauen,“ von denen jede einzelne der Höhepunkt eines Ingenieurslebens hätte sein können. Auf seine großen Leistungen angesprochen, soll er als 85-Jähriger gesagt haben: „Was haben wir anderes gemacht als zwei Wäscheleinen zwischen zwei Pfosten aufzuhängen?“

WEITERE VERWENDETE LITERATUR

- Technorama Schweiz: „Othmar H. Ammann, 60 Jahre Brückenbau“; Winterthur 1979
- Cohen, Edward: „Long-Span Bridges, O. H. Ammann Centennial Conference, New York 1979
- Cohen, Edward: „The Engineer and his Works – A tribute to Othmar Hermann Ammann, 1879 - 1965“; New York 1967
- Ewert, Sven: „Brücken- Die Entwicklung der Spannweiten und Systeme“; Berlin, 2003
- Leonhardt, Fritz: „Brücken – Ästhetik und Gestaltung“; Stuttgart 1994
- Brown, David J.: „Brücken“; München 1996
- Bühler, Dirk: „Brückenbau im 20. Jahrhundert“; München 2004
- Billington, David P.: „The Art of Structural Design“, Princeton 2003
- Dünkelsbühler, Ela und Mössmer, Ursula: „Argenbrücke bei Langenargen“; unveröffentlichte Seminararbeit, FH Konstanz, Fach Tragkonstruktionen, 1992
- „Bridgemeister - Reference AAJ“: <www.bridgemeister.com>
- „structurae-Gallery of Structures“: <www.structurae.de>
- „Bruecken - Architektur, Technik, Geschichte“: <www.bernd-nebel.de/bruecken>
- „Das große Brückenweb“: <www.brueckenweb.de>



Ich BIN DER Neue!

Wir suchen gute Leute, die etwas bewegen und Erfolg haben wollen. Stellenangebote finden Sie unter: www.binder-karriere.de

BINDER GmbH | Human Resources
Im Mittleren Ösch 5 · D-78532 Tuttlingen
www.binder-karriere.de

BINDER
Best conditions for your success



Pfeiffer

INNOVATION BASED ON EXPERIENCE



Die Ing. Erich Pfeiffer GmbH ist ein expandierender Hersteller von mechanischen Sprüh- und Dosiersystemen für die pharmazeutische und kosmetische Industrie.

Eingebunden in eine international operierende Firmengruppe zählen wir mit unseren Produkten zu den Weltmarktführern.

Ing. Erich Pfeiffer GmbH · Öschlestr. 54-56 | 78315 Radolfzell | Germany | www.pfeiffer.de

Innovative Technologie mit Weltformat

Turbokompressoren und Turbinen von MAN TURBO

MAN TURBO gehört zu den «top 3» der weltweit führenden Hersteller von Turbomaschinen. In einem einzigartigen Produkt-Portfolio von Kompressoren, Turbinen und Expandern verbindet sich innovative Technologie mit hoher Verfügbarkeit. Langjährige Erfahrungen aus Engineering, Produktion und Service setzen wir gezielt in die wirtschaftlichste Lösung um. Gemeinsam mit unseren Kunden entwickeln wir Anlagen-

konzepte, um die industriellen Prozesse für höchste Marktanprüche zu optimieren. Komplette montiert und mit Gewichten bis ca. 600 Tonnen sind diese Maschinenmodule das Herz von Anwendungen in der Öl- und Gasindustrie, der Chemie und Petrochemie, der Luftzerlegung und Energieerzeugung für Anlagenbetreiber rund um den Globus.

MAN TURBO AG
Hardstrasse 319 · 8005 Zürich · Tel +41. 44. 278-2211 / Steinbrinkstrasse 1 · 46145 Oberhausen · Tel +49. 208. 692-01 / Egellsstrasse 21 · 13507 Berlin · Tel +49. 30. 4301-03



www.manturbo.com

„WIR HATTEN JA IMMER NUR EINE CHANCE“ – DAS PROJEKT „JÜDISCHE JUGEND HEUTE IN DEUTSCHLAND“: EIN EXPERIMENT IN DER LEHRE

Andreas P. Bechtold und Volker Friedrich



PROF. ANDREAS P. BECHTOLD
unterrichtet Timebased-Design am Studiengang

Kommunikationsdesign an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung in Konstanz. Er studierte katholische Theologie in Freiburg im Breisgau und im spanischen Granada sowie Film an der Filmakademie Baden-Württemberg. Andreas Bechtold arbeitet als Filmmacher und Drehbuchautor.



PROF. DR. VOLKER FRIEDRICH
hat an der HTWG Konstanz die »Professur für

Kreatives Schreiben im Kommunikationsdesign« inne. Er studierte an der Universität Stuttgart Philosophie, Germanistik sowie Politikwissenschaften, schloss als »Magister Artium« ab und promovierte in Philosophie mit einer medien-theoretischen Arbeit. Er absolvierte eine Ausbildung zum Redakteur und arbeitet als Journalist, Kritiker und Publizist für zahlreiche Zeitungen, Zeitschriften und Rundfunkanstalten im In- und Ausland. Als Autor legte er mehrere Buchveröffentlichungen vor, insbesondere zu philosophischen Fragen.

1 DIE RAHMENBEDINGUNGEN DES PROJEKTES UND SEIN VERLAUF

Das Ausstellungs-, Publikations- und Dokumentarfilmprojekt „Jüdische Jugend heute in Deutschland“ startete mit dem Sommersemester im März 2005. Es führte bislang zu einer Ausstellung, die im Deutschen Haus der New York University im Dezember 2005 und Januar 2006 und im März und April 2006 in Konstanz in der „Galerie im Turm“ zu sehen war. In Konstanz fand zur Finissage am 30. April (nach Redaktionsschluss) auch die Uraufführung des von Studenten gedrehten Dokumentarfilms statt, der dieses Projekt begleitet. Im Juli zeigt das Deutsch-Amerikanische Institut in Heidelberg die Ausstellung, Ende 2006 präsentiert das Jüdische Museum Berlin die Arbeiten der neun Konstanzer Design-Studenten Sonja Benkhard, Daniela Di Lena, Lisa Worbis, Benjamin Blankenburg, Christian Hansert, Stefan Herzet, Christian Jegl, Markus Perenthaler und Jörg Schwertfeger.

Die Ausstellung besteht aus großformatigen Porträtaufnahmen junger Juden, aus Interviews und Informationsmaterial, die in magazinartigen Heften aufbereitet wurden, sowie aus Hörstationen, in denen – thematisch geordnet – Auszüge aus den mit rund 60 jungen Juden geführten Gesprächen dargeboten werden. Publiziert wurden bislang die Internetseiten des Projektes (<http://juedischejugendheute.ag.fh-konstanz.de/>) sowie eine CD-ROM zur Ausstellung; ein begleitendes Buch ist in Vorbereitung.

Das Projekt ist zuallererst ein Lehr- und kein Forschungsprojekt, es bringt also nicht mittels einer definierten wissenschaftlichen Methode neue Erkenntnisse in einem bestimmten Forschungsbereich hervor.

Als Lehrprojekt wurde es von der „Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg“ als innovativ eingestuft und mit LARS-

Mitteln gefördert. Das Programm „LARS“ möchte „Leistungsanreizsysteme in der Lehre“ schaffen und versteht sich, so der Ausschreibungstext, „als Motor für die Qualitätsentwicklung der Lehre an den Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg“. Lehrenden will LARS ermöglichen, „neue didaktische Ansätze zu entwickeln und ihre kreativen Ideen zur Optimierung der Lehre ohne größere bürokratische Reibungsverluste und mit sofortigem Gewinn für die Studierenden umzusetzen“.

Das Lehrprojekt des Studiengangs Kommunikationsdesign „Jüdische Jugend heute in Deutschland“ hat allerdings innovative didaktische Ansätze verfolgt und somit durchaus Erkenntnisse hervorgebracht: eben Erkenntnisse über bestimmte Verfahren in der Lehre. In dieser Hinsicht kann man es als ein Experiment ansehen, mit dem die beteiligten Lehrenden etwas herausfinden, „erforschen“ wollen. Beteiligt sind Prof. Judith M. Grieshaber, sie lehrt Kommunikationsdesign, Prof. Andreas P. Bechtold, der Timebased Design (Bewegt-bild) unterrichtet, und Prof. Dr. Volker Friedrich, der kreatives Schreiben vermittelt und als Projektleiter fungiert.

2 DIE FRAGEN EINES LEHR-EXPERIMENTES

Welche Fragen stellte also dieses Experiment in Sachen Lehre? Das Projekt hat einen Ansatz gewählt, der in dieser Form im Kommunikationsdesign selten eine Rolle spielt: Es sollte dokumentarisch gearbeitet werden.

Ein besonderes Augenmerk der Ausbildung von Designern liegt auf der Herausbildung ihrer Gestalterpersönlichkeit, die über eine eigene „Handschrift“ im Entwurfsprozess verfügt. Um diese Gestalterpersönlichkeit zu entwickeln, wird die individuelle Kreativität gefördert und eine direkte Auseinandersetzung mit dem eigenen Subjekt abverlangt.

Das dokumentarische Arbeiten hat damit, zumindest auf den ersten Blick, nichts zu tun: Der Dokumentarist zieht für seine vorbereitenden Analysen und Umfeld-Recherchen wissenschaftliche Studien, Statistiken und ähnliches zu Rate und nimmt sich während seiner Vorort-Recherchen selbst zurück, um seinem Untersuchungsgegenstand und seinen Gesprächspartnern neutral und offen begegnen zu können. Ein Lehrbuch sagt, der Dokumentarist „will anhand von Dokumenten, also von Zeugnissen, beschreiben, was ist oder was war. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, das darzustellende Objekt. Schlußfolgerungen, die oft nicht einmal ausgesprochen werden müssen, ergeben sich aufgrund des vermittelten Materials.“ (Renner, Hermann: Dokumentation. In: Schult, Gerhard; Buchholz, Axel [Hrsg.]: Fernsehjournalismus. München 1984(2))

Eine Frage des Lehr-Experimentes lautete demzufolge: Können Studenten des Kommunikationsdesigns, die einen anderen Lehransatz gewöhnt sind und ihre Gestalterpersönlichkeit entwickeln wollen und sollen, an das dokumentarische Arbeiten herangeführt werden? Und kann dieses Vorgehen in der Lehre Impulse für die Ausbildung junger Designer geben?

Eine weitere Frage des Lehr-Experiments bezog sich auf die Frage, wie Studenten, die im dokumentarischen Arbeiten vollkommen unerfahren sind, an diese Arbeitsweise herangeführt werden können? Ist es möglich, sie darin binnen vergleichsweise kurzer Zeit „von Null auf Hundert“ zu bringen, obgleich das gestellte Thema – die Situation junger Juden in Deutschland, 60 Jahre nach Kriegsende – hochkomplex ist und auch für erfahrene Profis eine Herausforderung darstellte?

Davon leitet sich eine weitere Frage ab: Wenn es bis zu einem gewissen Grad möglich wäre, Studenten an diese Arbeitsweise heranzuführen, kann dabei eine dokumen-

tarische Arbeit von hoher Qualität entstehen? Wenn ja: Worin liegt diese Qualität – in der womöglich schnell erworbenen Professionalität im dokumentarischen Arbeiten oder darin, dass es den Studenten gegenüber den Profis an „déformation professionnelle“ mangelt?

Neben diesen für die Lehre wichtigen Fragen waren noch weitere bedeutsam. Zuerst einmal die inhaltliche Frage nach der Situation junger Juden im heutigen Deutschland: Wie leben sie, welche Einstellungen haben sie, wie beschreiben sie ihr Lebensgefühl, ist dieses Land ihnen Heimat? Zu diesen inhaltlichen Fragen kam eine hinzu, die für Lehrende von einer gewissen Bedeutung ist und sich im Zuge des Projektes als sehr spannend erwies: Wie inszeniert man Hochschulprojekte öffentlichkeitswirksam?

Bevor auf diese Fragen erste Antworten gegeben werden, soll im folgenden Abschnitt das dokumentarische Arbeiten exemplarisch an der Erarbeitung des Dokumentarfilms erläutert werden.

3 WIE MAN MIT ANFÄNGERN EINEN FERNSEHTAUGLICHEN DOKUMENTARFILM DREHT

Bezüglich des Dokumentarfilmes stellten sich der Lehre vor allem zwei Herausforderungen. Grundlegende Erfahrungen im filmischen Arbeiten waren bei einem Teil der Studenten gegeben. Sie hatten im Semester zuvor einminütige Filme für die Ausstellung des Studiengangs „Das Land des blauen Himmels – Fritz Mühlenweg in der Mongolei“ gedreht. Diese kurzen, experimentell gehaltenen Spielszenen waren jedoch nicht dokumentarisch erarbeitet und gestaltet worden. Die Studenten mussten also neben der generellen Einführung ins dokumentarische Arbeiten auch erlernen, wie dies mit Videokamera und Mikrofon inhaltlich und dramaturgisch strukturiert und umgesetzt werden muss. Darüber hi-



ABB. 1: FOTOAUFNAHMEN IN DER HEIDELBERGER FUSSGÄNGERZONE.



ABB. 2: ZWEI DER PROTAGONISTINNEN VON DER HOCHSCHULE FÜR JÜDISCHE STUDIEN.

naus mussten sie lernen, das Material im Schnitt in eine narrative Struktur und Filmdramaturgie zu bringen.

Zu Beginn wurden Kino-Dokumentarfilme analysiert, so z.B. der mehrfach preisgekrönte Dokumentarfilm aus Frankreich „Sein und Haben“ von Nicolas Philibert, der ein Schuljahr an einer sogenannten Zwergschule in der Auvergne erzählt. „When we were Kings“ von Leon Gast schildert den Boxkampf zwischen Muhammad Ali und George Foreman. Es wurde demonstriert, dass dokumentarisches Filmemachen weit über das filmische Aufzeichnen von Interviews (sogenannte „Talking Heads“) und Verfassen von erklärendem Kommentar hinausgehen kann. Aus diesem Grunde wurden Dokumentationen des oft auf qualitativ niedrigem Standard arbeitenden Fernsehen bewusst ausgespart, um die von diesem Medium geprägten Sehgewohnheiten nicht auf das Projekt zu übertragen: Die Studenten sollten einen eigenen Blick und Erzählstil zu entwickeln.



Abb. 3: Auch der GZSZ-Serienstar Susan Sideropoulos gab ein Interview



Abb. 4: 86 Stunden Material werden zu einem 90-minütigen Film montiert.



Abb. 5: Sonja Benkhart im Gespräch mit einem Protagonisten.

Das Material der ersten Drehtage wies den noch Stilelemente aus der Filmgrammatik des Fernsehens auf. Doch im Zuge der thematischen Vertiefung und der wachsenden Erfahrung im dokumentarischen Arbeiten verloren sich diese Unzulänglichkeiten, und es entwickelte sich ein eigenständiger Blick. Der eigenständige Blick ist eines der zentralen Lehrziele im Kommunikationsdesign, da er Grundlage einer unverwechselbaren Gestaltertätigkeit ist. Dreharbeiten sind immer (auch bei den Profis) ein Sprung ins kalte Wasser: „Es war

wirklich schwer, sehr schwer. Trotz Vorbereitung, obwohl wir uns auszumalen versuchten, was passieren könnte: Wir wussten nie wirklich, was uns erwartet. Und wir hatten ja immer nur eine Chance“, erzählt Benjamin Blankenburg, der die Kamera führte. Wie die anderen des Filmteams auch, musste er lernen, sich trotz intensiver Vorbereitung auf das Überraschende und Ungeplante einzulassen, weil gerade hier das dokumentarisch Wertvolle zu finden ist.

Kamera, Regie und Ton erarbeiteten gemeinsam das filmische Konzept. Der Fokus lag darauf, die Begegnung zwischen den Ausstellungsmachern und den jüdischen Jugendlichen zu dokumentieren. So waren, anders als für die Ausstellung, nicht allein die Aussagen der jungen Juden und das Fotografieren von Bedeutung. Das Medium Film besitzt narrative Strukturen, braucht Szenen. So wurde verabredet, neben dem Interview auch die anfängliche Verkrampfung und Unsicherheit auf beiden Seiten einzufangen und an das Gespräch und die Fotoaufnahmen stets eine Reflexion der Studenten über das Geschehene anzuschließen. Das Drehen von Fahrtaufnahmen, von den Reisen, sollten im Schnitt dazu dienen, die Filmerzählung zu rhythmisieren und Phasen der Entspannung für den Zuschauer zu schaffen.

Am Drehort galt es für jeden im Filmteam, dieses Konzept in seiner Position eigenverantwortlich und auf die anderen Mitglieder vertrauend umsetzen. Gerade beim Dokumentarfilm ist Vertrauen von zentraler Bedeutung. Fehler eines Teammitgliedes machen in der Regel das Material eines Drehtages in Gänze für den Schnitt des Filmes unbrauchbar. Es gibt nur selten die Chance, dass ein aussagekräftiger Augenblick wiederkehrt und sich eine zweite Möglichkeit ergibt, zu drehen. Unter solchen Bedingungen wird die Schlüsselkompetenz „Teamfähigkeit“ in besonderer Weise geschult, da auf die rechte Weise

mit dem Versagen eines Teammitgliedes umgegangen werden muss. In dieser Phase stellte sich für uns Lehrende die zentrale Frage, ob wir das Filmteam bei den Dreharbeiten – wenigstens zu Beginn – begleiten sollten. Wir entschieden uns dagegen, da wir die Begegnung zwischen den jungen Menschen nicht durch unsere Anwesenheit, die Anwesenheit Erwachsener und „offizieller Personen“, stören wollten. Wir waren uns darin nicht immer sicher, doch am Ende des Weges sind wir überzeugt, die richtige pädagogische Entscheidung getroffen zu haben. Da die Jugendlichen unter sich blieben, sich die interviewenden Studenten zudem auch vor der Kamera zeigten, lockerte sich die Situation auf solch fruchtbare Weise, dass die Szenen eine selten auf Film zu sehende Authentizität und Offenheit aller vor der Kamera zeigten.

So bestand unsere Arbeit während der Dreharbeiten im Wesentlichen darin, die Studenten auf ihrem Weg zu stützen und zu motivieren. In der Analyse des Materials gaben wir Hilfestellung und sandten – wir geben es unumwunden zu – ab und an Stoßgebete an die Götter des Filmes, dass alles gut gehen möge.

Eine weitere, im Projekt geschulte Schlüsselkompetenz, ist die Fähigkeit, sich auf Menschen einzulassen. Die Studenten begegneten den jüdischen Jugendlichen am Drehort meist zum ersten Mal, hatten allenfalls vorher am Telefon mit ihnen gesprochen. Es galt, sie durch den rechten Umgang zu öffnen und ihnen innerhalb kürzester Zeit die Ängste vor dem Interview, die Hemmungen (auch die unbewussten) vor dem Tonaufnahmegerät und vor der Kamera zu nehmen.

Gleichermaßen war es von den Studenten gefordert, sich zu öffnen und über Hemmschwellen zu gehen. Kameramann Benjamin Blankenburg z.B. musste im sprichwörtlichen Sinne den Protagonisten nahe

kommen. Um diese richtig aufnehmen zu können, musste er sich diesen mit der Kamera nicht selten bis auf zwei Handbreit nähern: eine Annäherung, die weiter geht als der gesellschaftlich legitimierte Umgang es als statthaft empfindet. Weiterhin war zu beobachten, dass im Laufe der Dreharbeiten die genaue Beobachtung von Menschen, das exakte Zuhören und das angemessene filmische Reagieren auf Aussagen, z.B. das Drehen von Großaufnahmen im rechten Augenblick, sich immer weiter entwickelten.

Auch im Workshop mit Georg Stefan Troller, dem berühmten Dokumentarfilmer, der in einzigartiger Weise dieses Genre in Deutschland geprägt hat, ging es um solche Fragen des filmischen Handwerkes. Doch auch die Verantwortung, die man als Interviewer und Filmemacher gegenüber den Protagonisten hat, wurde zum Thema. Es gilt, auf einem schmalen Grat zu balancieren: Für einen guten Dokumentarfilm sind starke Augenblicke, spannende Szenen und tiefgehende Aussagen unverzichtbar, gleichzeitig muss es darum gehen, den Protagonisten zu schützen und ihn nicht bloßzustellen, vorsätzlich oder unabsichtlich.

Solche Kompetenz wurde im Schnitt weiter vertieft. Christian Jegl, einer der beiden Cutter, meint: „Was ich gelernt habe, ist, auf Kleinigkeiten zu achten: Ich lasse eine Einstellung noch einen Moment länger stehen und mit dieser einer halben Sekunde erzählen wir viel mehr als mit einer ganzen Szene.“ Eine weitere Erkenntnis fügt Jegl an: „Ich habe begriffen, wie leicht Material manipuliert werden kann.“ Die tief gehende Vorbereitung im dokumentarischen Arbeiten, die respektvollen Begegnungen setzten jedoch den Maßstab, den Protagonisten und dem Thema gerecht zu werden, bei aller Dramatisierung des Materials wahrhaftig zu erzählen. Christian Jegl fasst zusammen: „Ich habe gelernt, von mir abzusehen und den Menschen vor der Kamera gerecht zu werden, auch wenn ich ganz

und gar nicht ihrer Meinung bin. Sie sollten so echt sein dürfen wie möglich.“ Die beiden Cutter, Jegl und Blankenburg, stellten sich deshalb die schwere Aufgabe, ohne erläuternden Kommentar auszukommen. Sie waren der Auffassung, dass die Wirklichkeit für sich selber sprechen solle und niemand zu Wort kommen solle als die Menschen vor der Kamera.

Dafür war es nötig, aus 86 Stunden Material einen 90-minütigen Dokumentarfilm zu montieren. Das entspricht einem Drehverhältnis (das Verhältnis von Filmlänge nach Schnitt und dem gedrehten Material) von 1:57. Zum Vergleich: Im Profibereich liegt es etwa bei 1:12. Dies stellt eine ungeheure Aufgabe für in dieser Sache noch unerfahrene Studenten dar. Das Material musste genau gesichtet und geordnet werden, um es, in einer Art Drehbuch gefasst, schließlich in eine Dramaturgie zu bringen. Die Verwaltung der großen Menge Materials und immer wieder schon geschnittene Szenen bis zu 20 Mal zu überarbeiten und umzuschneiden, verlangte große Disziplin und ein strukturiertes Arbeiten, wie es nur selten im Studium verlangt wird.

Das Ergebnis allerdings ist der Mühen wert: Der Dokumentarfilm ist auf technisch wie dramaturgisch und inhaltlich gutem Niveau produziert. Er besitzt zweifelsohne die Qualität, um auf Festivals und im Fernsehen gezeigt zu werden.

4 ERSTE ANTWORTEN

Auf die im 2. Abschnitt gestellten „Fragen eines Lehr-Experimentes“ lassen sich einige erste Antworten geben. Die Ergebnisse des Projektes zeigen eindeutig, dass sich angehende Kommunikationsdesigner an das dokumentarische Arbeiten heranzuführen lassen. Sie sehen diese Vorgehensweise inzwischen als so bereichernd für das Methodenrepertoire ihres Berufes an, dass sich einige von ihnen für ihre Bachelor The-



Abb. 6: New York: Heikle Feinarbeit beim Aufhängen der Banner



Abb. 7: Der Grosse Tag: Die Ausstellung wird im Deutschen Haus der New York University eröffnet



Abb. 8: Zur Vernissage kamen etwa 250 Besucher



Abb. 9: Es wurde eifrig über die Arbeiten der Konstanzer Studenten diskutiert



ABB.10: ZWEI DJs WURDEN AUF EINER JÜDISCHEN PARTY IN DORTMUND AUFGENOMMEN

sis dokumentarische Themen auswählen. Die generellen Impulse für die Ausbildung junger Designer müssen noch genauer ausgewertet werden. Schon jetzt kann festgestellt werden, dass die Teilnehmer des Projektes eine hohe Arbeitsdisziplin und -intensität erreicht haben und sowohl in ihrer gestalterischen Entwicklung wie auch in ihrer sozialen Kompetenz große Fortschritte an den Tag legen.

Das Heranführen der Studenten an das dokumentarische Arbeiten hat Wochen intensiven Übens der entsprechenden Arbeitstechniken erfordert, um beispielsweise ein Interview (im Sinne eines intensiven Gespräches, nicht einer empirischen Erhebung) kompetent führen zu können. Dass das Projekt auf zwei Semester angelegt war, kam dieser Entwicklung zugute. Gleichwohl behielten die Studenten auch eine gewisse Frische und Naivität in den Gesprächen mit ihren gleichaltrigen Gegenübern – ein Mangel an „déformation professionnelle“ also, den die Profis, Journalisten, Autoren und Dokumentarfilmer, nicht haben.

Welche inhaltlichen Erkenntnisse wurden zusammengetragen? Im Zuge des Projektes ergaben sich interessante Einsichten und viele Einblicke in die Lebenssituation jüdischer Jugendlicher in Deutschland. Das erarbeitete Material ist so reichhaltig, die Interviews sind so spannend zu lesen, dass ausreichend Stoff für ein rund 250 Seiten

starkes Buch zusammenkommt (eine Veröffentlichung wird derzeit mit einem Verlag vorbereitet).

Kann solch ein Projekt öffentlichkeitswirksam werden? Die Reaktionen waren durchweg positiv. Für seine finanzielle Unterstützung wurden bislang über 50 000 Euro eingeworben; Zuwendungen kamen unter anderem von so angesehenen Einrichtungen wie der Hertie-Stiftung und der Landesstiftung Baden-Württemberg, aber auch von Unternehmen, Einzelspendern und der Stadt Konstanz (in Form einer Ausfallbürgschaft). Hinzu kommt ein beachtliches Medienecho: Neben einer Reihe von Zeitungen berichtete auch der Südwestrundfunk in Fernsehen und Radio sowie der Deutschlandfunk. Um dieses Medienecho hervorzurufen, war einerseits das Thema selbst sehr geeignet und die Tatsache förderlich, dass dieses Thema noch nie in dieser Form behandelt worden ist. Andererseits aber war sicher zuträglich, dass die Lehrenden Erfahrung im Umgang mit den Medien haben und dass sie engagiert von der Pressestelle der HTWG Konstanz und deren Leiter Dr. Adrian Ciupuliga unterstützt wurden (wie dem Projekt insgesamt von verschiedenen Stellen und Personen an der Hochschule sehr geholfen wurde).

So darf man das Ausstellungs-, Publikations- und Dokumentarfilmprojekt „Jüdische Jugend heute in Deutschland“ inzwischen auch als einen Werbeträger für die Hochschule selbst ansehen. Auch diese Chance bietet sich einem Projekt dieser Art nicht allzu oft.

A world of opportunities



Janine Rother, Trainee bei ABB Schweiz

ABB ist in über 100 Ländern weltweit führend in Energie- und Automationstechnik

Wir bieten Möglichkeiten, Ihre Fähigkeiten, Ihr Wissen und Ihre Kreativität für eine erfolgreiche Zukunft weiter zu entwickeln.

Dazu haben wir interessante und herausfordernde Aufgaben in einem internationalen Umfeld. Wir leben eine offene Firmenkultur, die Initiative und Verantwortung verlangt. Das macht einen Job bei ABB spannend.

Mehr dazu: www.abb.ch/karriere



BAUINGENIEURWESEN

FLEXIBLE RAUMZELLE IN KOMPOSITBAUWEISE

Ausgehend vom vorhandenen und prognostizierten steigenden Bedarf an preiswerten, weitgehend vorgefertigten kleinen Wohneinheiten wird eine Raumzelle entwickelt, deren Anwendungsbereich vom Einzimmerappartement, über Geschoss/Maisonette-Wohnungen, Einfamilienhäuser bis hin zu Bürobauten reicht. Die einzelnen Raumzellen sind als vollständig entkoppelte Module, sowohl horizontal als auch vertikal, addierbar. Es sollen bis maximal sechs Geschosse realisiert werden und sowohl autarke Einzelzellen, als auch offene Raumstrukturen über mehrere Zellen und Geschosse hinweg möglich sein. Auf der Basis theoretischer und wissenschaftlicher Analysen sowie experimenteller Untersuchungen gemeinsam mit der Fachhochschule Konstanz entwickelt die Carl Platz GmbH&Co KG eine neue Kompositbauweise. Innovative Kerne werden neben einer ganzen Reihe von Neuentwicklungen besonders ein neuartiges Stahlbetonteil für Decken und Böden sein, sowie eine neu zu entwickelnde Klebetechnik.

Prof. Dr. Wolfgang Francke
Tel.: +49 (0)7531/206-217
e-Mail: francke@htwg-konstanz.de

MINDERUNG VON SCHMUTZFRACHTAUSTRÄGEN AUS KANALISATIONSNETZEN

Im Projekt wird ein Simulationsverfahren zur Minderung von Schmutzfrachtausträgen aus mittleren bis großen Kanalisationen durch Einsatz moderner Steuerungselemente entwickelt.

Prof. Dr. Werner Lutz
Tel.: +49 (0)7531/206-218
e-Mail: wlutz@htwg-konstanz.de

SELF-PURIFICATION OF SEWERAGE SYSTEMS CAUSED BY VARIATION OF RUNOFF CHARACTERISTICS BY DISCHARGE BRAKES WITH FLUSHING DEVICE

In combined water sewers sedimentation occurs during dry water flow that causes obstructions of flow. This leads to great transport of high loads into the receiving waters and the sewer treatment plant. At present the sewerage systems have to be cleaned in regular intervals. The existing discharge brake will be remodelled and used instead of these time-consuming and expensive methods. The effects of the discharge brake on sediments in sewage systems have to be analysed but it is expected that it will reduce the amount of sediments on the sewer. Additionally the discharge brake enables the precautionary cleaning of the sewers disregarding the occurrence of high precipitation. One or several pilot-plants will be developed. The planned research will be implemented at these

experimental plants in the laboratory. Brakes arranged in form of a cascade of brakes helps to evaluate the current flow conditions. It has to be analyzed if the existing flow conditions avoid sediments or if intermittent flush wave has to be. If experimental models will bring successful results the new technique will be computer simulated (hydraulic and load simulations) and tested in existing sewage systems. If necessary it is possible to change construction details of the brakes at this stage. In a next step practical tests in cities and communities will be carried out which demonstrate the brakes advantages in general use.

Prof. Dr. Werner Lutz
Tel.: +49 (0)7531 206-218
e-Mail: wlutz@htwg-konstanz.de

ZUSTANDSERFASSUNG UND BEGUTACHTUNG VON BAUTEILEN UND BAUSTOFFEN DES HOCH- UND TIEFBAUS

Es werden Bauwerke bzw. Teile von Bauwerken des Hoch- und Tiefbaus auf Schäden untersucht, die die Gebrauchstauglichkeit oder die Tragfähigkeit vermindern könnten. Vorwiegend handelt es sich dabei um drei Gruppen von Schadensursachen: Planungs- oder Herstellungsbedingte Mängel bei Neubauten, Mängel und Bauschäden infolge Witterungsbedingter Einflüsse, Materialermüdung und Abnutzung, vorwiegend an älteren Bauwerken und Brandschäden. Die Zustandserfassung ist in der Regel mit verschiedenen Untersuchungen vor Ort verbunden, wie z.B. Messung der Karbonatisierungstiefe, Messung der vorhandenen Betonüberdeckung, Messung der Eindringtiefe von Chloriden, und die zerstörungsfreie Bestimmung der vorhandenen Druck- bzw. Haftzugfestigkeiten von Bauteilen vor Ort. Ferner werden an betroffenen Stellen Materialproben für weitere Untersuchungen im Labor entnommen. An diesen Proben können z.B. die Feuchte, die Wassereindringtiefe, die Festigkeit, die chemische Zusammensetzung, der Gehalt an wasserlöslichen Salzen und eventuelle Auffälligkeiten im Gefüge untersucht werden. Die vor Ort und an den entnommenen Proben bestimmten Kennwerte werden ausgewertet und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Gebrauchs- bzw. Tragfähigkeit des Bauwerks bewertet.

Prof. Dr. Wolfgang Reitmeier, Prof. Dr. Sylvia Stürmer, Prof. Franz Zahn PhD
Tel.: +49 (0)7531 206-224
e-Mail: reitmeier@htwg-konstanz.de

SPEZIELLE UNTERSUCHUNGEN AN BAUPRODUKTEN

In diesem Arbeitsbereich werden Prüfaufträge an Bauprodukten durchgeführt, die nicht im Rahmen der von der Bauaufsicht geforderten Güteüberwachung, sondern im Auftrag im Zusammenhang mit speziellen Baumaßnahmen oder mit der Entwicklung neuer

Bauprodukte durchgeführt werden. Beispiele hierfür sind Spezialprüfungen an Styroporblöcken, die bei Dammschüttungen im Strassenbau verwendet werden, Spezialprüfungen an Glasfaserverstärkten Betonelementen, an Schalungsankern, Verwahrkästen (Abschalelemente mit Anschlussbewehrung), neu entwickelten Estrichen, Festigkeitsprüfungen an Gewebeschnüren, Spezialprüfungen an Natursteinen, etc. Meist handelt es sich dabei um neu entwickelte Bauprodukte, die im Auftrag der Hersteller auf bestimmte Eigenschaften und Eignungen hin untersucht werden sollen. Da es sich hier oft nicht um Standardprüfungen handelt, für die es Prüfnormen gibt, müssen nicht selten geeignete Prüfverfahren entwickelt werden.

Prof. Dr. Sylvia Stürmer
Tel.: +49 (0)7531/206-225
e-Mail: stuermer@htwg-konstanz.de

WEGGESTEUERTE ABNAHMEPRÜFUNGEN AN ZEMENTGEBUNDENEN STABILISIERUNGSSÄULEN

Im Rahmen der Qualitätssicherung werden zementgebundene Stabilisierungssäulen in Laststufen von 160 kN belastet. Aus dem Last - Setzungsverhalten der Probesäulen können die Tragfähigkeit, das Verformungsverhalten und die langzeitlichen Kriechvorgänge abgeschätzt werden. Mit der Zielsetzung eines möglichst geringen Prüfaufwandes bei gleichzeitig höherwertigen Prüfergebnissen wurde eine weggesteuerte Belastungseinrichtung entwickelt. Diese Spezialausrüstung kann bundesweit für die Qualitätssicherung zur Untergrundstabilisierungen eingesetzt werden.

Prof. Franz Zahn PhD, Prof. Dr. Sylvia Stürmer, Prof. Dr. Wolfgang Reitmeier
Tel.: +49 (0)7531 206-216
e-Mail: zahn@htwg-konstanz.de

FEMBAU – FINITE-ELEMENT-MODELLIERUNG IM KONSTRUKTIVEN INGENIEURBAU

Im Projekt FEMBAU werden Konzepte zur Modellierung von Tragwerkselementen des konstruktiven Ingenieurbaus für die Finite-Element-Methode entwickelt. Darüber hinaus werden Tools für den Einsatz neuer Medien für die Vermittlung der Finite-Element-Methode in der Lehre konzipiert.

Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle
Tel.: +49 (0)7531 206-212 / -164
e-Mail: werkle@htwg-konstanz.de

ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

ECHTZEITSIMULATION FÜR SCHUTZ- UND STATIONSLEITTECHNIK MIT MATLAB/SIMULINK

Ziel des Projektes ist der Aufbau und die Untersuchung eines Echtzeitmodells für typische Schutztechnik-Anwendungen. Es wird ein Echtzeit-Netzmodell aufgebaut, bestehend aus Simulationsrechner-Hardware, Prozesskopplung für analoge Signale, Prozesskopplung für binäre Signale und Simulationssoftware. Darauf erfolgt die Inbetriebnahme des Echtzeit-Netzmodells mit Schutzgeräten (TNA=Transient Network Analyzer, Leitungsschutz, Generatorschutz/Sammelschienenumschaltung) sowie der Untersuchung beispielhafter Anwendungen.

Prof. Dr. Wilhelm Fromm
Tel.: +49 (0)7531 206-368
e-Mail: fromm@htwg-konstanz.de

QUALITÄTSKONTROLLE VON SPRITZGUSSTEILEN MITTELS TE MESSUNG

Die Qualität eines Kunststoffspritzgusses ist bei Verwendung metallischer Gehäuse unter anderem durch Röntgen zu untersuchen. Im Rahmen des Projektes wurde versucht, die zerstörungsfreie Methode der Teilentladungsmessung anzuwenden um Hohlräume im Spritzguss zu detektieren. Die Anwendbarkeit als Routineprüfung wurde orientierend überprüft.

Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt
Tel.: +49 (0)7531 206-112
e-mail: gvoigt@htwg-konstanz.de

WERKZEUGIDENTIFIKATION MIT RFID

Es wird untersucht, inwieweit eine automatische Identifikation von Elektro-Handwerkzeugen mittels RFID-Technik möglich ist. Dabei werden verschiedene Erfassungsszenarien und die Verwendbarkeit von verschiedenen Typen von RFID-Tags untersucht. Besonderes Augenmerk liegt auf der Eliminierung von Störgrößen durch die üblichen Metall-Transportkoffer oder die Kupferwicklungen des Motors der Werkzeuge selbst.

Prof. Dr. Richard Leiner
Tel.: +49 (0)7531 206-244
e-Mail: leiner@htwg-konstanz.de

BRENNSTOFFZELLENSCHIFF MIT DREHSTROMANTRIEB

Ein Schiff mit optimiertem Rumpf wird mit Brennstoffzelle (BZ), H₂-Speicher, PV-Generator und Batterie ausgerüstet. Die Ergänzung der PV durch den regelbaren Energiewandler BZ benötigt eine optimierte Betriebsführung (Energiemanagement) und ge-

stattet damit 10%ig sichere Energieversorgung. Eine Funkverbindung zu einem Server an Land erlaubt die Beobachtung und die Beeinflussung der Anlage sowie die Kopplung mit dem Internet. Forschungsthemen umfassen unter anderem: Untersuchung und Anpassung der BZ-Technologie an Wasserfahrzeuge, Optimierung des Energiemanagements („predictive control“), Funkanbindung, Langzeiterprobung, Vergleich mit Landfahrzeugen. Ergänzend wird hierbei das Planungswerkzeug MODES zur technischen und wirtschaftlichen Simulation integrierter Energiesysteme (Strom und Wärme) eingesetzt.

Prof. Dr.-Ing. Christian Schaffrin
Tel.: +49 (0)7531 206-248
e-Mail: iaf-ewis@htwg-konstanz.de

TEILENTLADUNGSMESSUNG AN MV KABELN

An kurzen Kabelstücken als Prüflinge mit serienmäßigen Endverschlüssen bzw. Muffen werden Teilentladungsmessungen bei 0,1 Hz und 50 Hz an realen Fehlern verglichen. Gemessen wird die TE Einsetzspannung, TE Pegel und Phasenverteilung sowie TE Aussetzspannung an ungestörten Kabeln sowie an Prüflingen mit künstlichen Fehlstellen.

Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt
Tel.: +49 (0)7531 206 510
e-Mail: gvoigt@htwg-konstanz.de

INFORMATIK

KONVEXE UNTERE SCHRANKENFUNKTIONEN UND IHRE ANWENDUNG IN DER GLOBALEN OPTIMIERUNG

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung neuer konvexer unterer Schrankenfunktionen für Polynome in mehreren Variablen. Diese basieren auf der Entwicklung eines Polynoms in Bernstein-Polynome und werden im Rahmen vorhandener Branch-und-Bound-Verfahren eingesetzt werden, um restringierte globale Optimierungsprobleme zu lösen im Fall, daß die funktionalen Zusammenhänge durch Polynome beschrieben werden. Die mit Hilfe dieser Schrankenfunktionen erhaltenen Ersatzprobleme sind konvex. Schranken für den Approximationsfehler sowie die Frage der Konvergenz der Folge der Näherungslösungen, die das Verfahren liefert, sind weitere Punkte des Arbeitsprogramms. Die Anwendung dieser unteren Schrankenfunktionen wird mittels Taylor-Entwicklung auf beliebige, hinreichend oft differenzierbare Funktionen erweitert werden. Ferner werden alle während der Rechnung auftretenden Rundungsfehler unter Kontrolle gebracht werden, so dass die erhaltenen Schranken auch wirklich garantiert werden können. Die entwickelten Schrankenfunktionen werden in

Kombination mit Methoden des interval constraint solving auf das Problem der Parametermengenschätzung angewendet. Sie werden ferner eingesetzt werden, um die Lösungen von nichtlinearen Gleichungssystemen einzuschließen.
URL des Projektes: <http://www-home.htwg-konstanz.de/~garloff/>

Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Garloff
Tel.: +49 (0)7531 206-597, -627
e-Mail: garloff@htwg-konstanz.de

PROGRAMMIER- UND TECHNIK-PARK

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung neuer Formen und Konzepte für die Durchführung von Unterrichtseinheiten und technischen Arbeitsgemeinschaften in Zusammenarbeit von Wissenschaftlern der Fachhochschule und Lehrern der Schulen für die Unterrichtsfächer Technik, Mathematik/Programmieren, Naturwissenschaften und Naturphänomene insbesondere um Mädchen weiterführender Schulen zu motivieren sich in Richtung technischer Berufe zu orientieren. Hierfür sollen Konzepte mit aufbauenden technischen Modulen entwickelt und wiederholt angeboten werden.

Prof. Dr. Elke-Dagmar Heinrich
Tel.: +49 (0)7531 206-343
e-Mail: heinrich@htwg-konstanz.de

BUSINESS-KOMPONENTEN-ARCHITEKTUR UND FRAMEWORK FÜR WEB-BROWSER- UND APPLLET-BASIERENDE UNTERNEHMENSWEITE ANWENDUNGEN MIT ENTERPRISE JAVA BEANS

Das Vorhaben hat das Ziel, eine einheitliche Business-Komponenten-Architektur für Web-Browser- und Applet-basierende unternehmensweite Anwendungen mit Enterprise Java Beans zu erstellen, mit der Unternehmen, die Internet- bzw. Intranet-Anwendungen für e-Business und e-Commerce erstellen, ihre Geschäftsprozesse möglichst schnell und einfach implementieren können. Die erstellten Komponenten sollen sich in verschiedenen Geschäftsvorfällen und Anwendungen wiederverwenden lassen. Unterstützende Werkzeuge wie etwa ein Klassen-Framework, das zur Erstellung anwendungsspezifischer Komponenten benutzt wird, sollen die Entwicklung der Komponenten erleichtern und vereinfachen. Anhand von Demonstrationsanwendungen, die sich in einem größeren, realitätsgetreuen Rahmen bewegen sollen, wird der Einsatz der Komponentenarchitektur und Werkzeuge evaluiert und demonstriert, so daß die in diesem Projekt entwickelte Architektur und Komponentenstruktur möglichst einfach, leicht und schnell in die Praxis transferiert werden können.

Prof. Dr. rer. nat. Hans-Albrecht Schmid
Tel.: +49 (0)7531 206-631
e-Mail: schmidha@htwg-konstanz.de

PARAMETERMENGENSCHÄTZUNG

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Parametermengenschätzung und dessen Anwendung beispielsweise in der Pharmakokinetik. Bei stark nichtlinearen Modellen sind die Annahmen der statistischen Schätztheorie fragwürdig. Zugrundegelegt wird daher ein deterministischer Ansatz, bei dem für jeden Messwert Schranken angegeben werden können. Durch Kombination von Methoden zur Verkleinerung des Suchraumes (durch interval constrained propagation) und unter Zuhilfenahme von Branch-and-Bound-Techniken zur Feinsuche erhält man ein Verfahren, mit dem die Menge aller Parameter, die konsistent mit den Messdaten sind, eingeschlossen werden. Durch Anwendung von Methoden zur Rundungsfehlerkontrolle (durch Intervall-Rechnung) kann diese Einschließung auch hinsichtlich der Rundungsfehler garantiert werden. Hieraus können dann nach weiteren Kriterien klinisch nützliche Parameter bestimmt werden.

Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Garloff
Tel.: +49 (0)7531 206-627
e-Mail: garloff@htwg-konstanz.de
<http://www-home.htwg-konstanz.de/~garloff/>

BADEN-WÜRTTEMBERG & SHANGHAI – PORTAL FÜR WISSENSCHAFT UND WIRTSCHAFT

Das Centrum für internationale Terminologie und angewandte Linguistik (CiTaL) der Hochschule Konstanz University of Applied Sciences wurde von der Landesregierung Baden-Württemberg (MWK und Wirtschaftsministerium) beauftragt, das mit der Shanghai-Regierung vereinbarte F&E-Projekt: „Internetportal Baden-Württemberg und Shanghai für Wissenschaft und Wirtschaft“ durchzuführen. Für die Region Shanghai wurde die Zusammenarbeit mit der Shanghai Jiaotong Universität (SJTU) eingerichtet. Auf dem Portal werden Plattformen bereitgestellt für die baden-württembergischen Hochschulen und Forschungsinstitute, sowie für Wirtschaftsorganisationen und Unternehmen. Die Web-Auftritte werden in drei Sprachen – Deutsch, Chinesisch, Englisch – präsentiert. Das Portal dient auch für Serviceangebote und aktuelle Nachrichten. Im Rahmen des Hochschulmarketings soll das BW/Shanghai-Portal den Zugang zu Bildungs- und Forschungsdatenbanken für beide Regionen ermöglichen. Durch die Erstellung von Referenz-Datenbanken in beiden Regionen wird ein multilinguales Suchsystem entwickelt. Eine Erweiterung des Suchsystems für den Wirtschaftsbereich ist vorgesehen. Als Expertenbereich wird eine Human Resources – Datenbank für beide Regionen eingerichtet. Dieses F&E-Projekt soll das Marketing und die Kooperation unter Verwendung modernster Kommunikationstechnologie im Bildungs-, Wissenschafts- und Wirtschaftsbereich unterstützen und fördern.

Prof. Dr. Wolfgang Thomassen, Prof. Dr. Reinhard Nürnberg
Tel.: +49 (0)7531 983620
e-Mail: cital@htwg-konstanz.de, nurnberg@htwg-konstanz.de
<http://www.bw-shanghai.de/>

MASCHINENBAU

TROCKNUNG VON FRÜCHTEN UND GEMÜSEN

Es wird ein Verfahren entwickelt zur Trocknung von Früchten und Gemüse mittels Konvektion und/oder Strahlung.

Prof. Dr. Werner Hofacker
Tel.: +49 (0)7531 206 593
e-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

FORMULA-STUDENT-RENNWAGEN

Ziel des Projektes ist die Konstruktion und der Bau eines Rennwagens nach einer Ausschreibung der „Society of Automotive Engineering“ und dem Regelemt de „Formula Student“. Das Bodensee-Racing-Team baut einen Monocoque-Rennwagen mit Duplex-Stahlrahmen, GFK-Chassis und Suzuki-Reihenvierzylinder-Mittelmotor mit 600 ccm, Mini-Cooper-Kompressor, Trockensumpfschmierung und eigens entwickelter Einspritzanlage.

Prof. Dr. Peter Kuchar
Tel.: +49 (0)7531 206 321
e-Mail: kuchar@htwg-konstanz.de
<http://www.brt-konstanz.de>

ABGASEMISSIONEN VON VERBRENNUNGSMOTOREN

Auf dem Gebiet der Optimierung der Abgasemissionen wurden in Zusammenarbeit mit verschiedenen Industriepartner folgende Forschungsaufgaben durchgeführt: Projekt „Biodiesel und Sport-schiffahrt in der Euregio Bodensee“, Untersuchungen mit einer mobilen Abgasmessanlage, Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Motoroptimierung mit Hilfe einer freiprogrammierbaren Motorelektronik, Abgasuntersuchung und Zertifizierung von Dieselmotoren.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner
Tel.: +49 (0)7531 206 307
e-Mail: schreiner@htwg-konstanz.de
www.invo.htwg-konstanz.de/forschung.php

ENTWICKLUNG EINES NEUARTIGEN, KOSTENGÜNSTIGEN GETRIEBES FÜR DIE ZERKLEINERUNGSTECHNIK

Ziel des Vorhabens ist die Reduktion von Größe und Gewicht von Untersetzungsgetrieben für die Zerkleinerungstechnik um ca. 30-

40% bezogen auf konventionelle Getriebe mit gleichen Leistungsdaten. Die Kosten sollen um 30% reduziert werden. Längerfristig sollen für andere Anwendungen Getriebe aus Kunststoff mit einer noch deutlicheren Gewichts- und Kostenreduktion entwickelt werden.

Prof. Dr. Dr. h. c. Florin Ionescu
Tel.: +49 (0)7531 206-289, -320
e-Mail: ionescu@htwg-konstanz.de

AUTOMATISCHE GENERIERUNG VON MATHEMATISCHEN MODELLEN IN DER ANTRIEBSTECHNIK, HYPAS
Verfahren und Software zur rechnergestützten automatischen Generierung mathematischer Modelle, Analyse und Synthese der hydraulischen und pneumatischen Elemente, Antriebsanlagen und deren komplianten mechanischen Strukturen.

Prof. Dr. Florin Ionescu
Tel.: +49 (0)7531 206-289 / -320
e-Mail: ionescu@htwg-konstanz.de

SCHADENSFALLANALYSEN UND WERKSTOFFTECHNIK
Neben Schadensfallanalysen an metallischen Bauteilen werden Dienstleistungen auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung und Beratungsleistungen in werkstoffkundlichen Fragen angeboten. Daneben werden Problemstellungen der metallverarbeitenden Industrie in Forschungsaufträgen bearbeitet. Speziell für die stahlverarbeitende Industrie kann auf ein breites Erfahrungspotential zurückgegriffen werden. Es können Korrosionsuntersuchungen und Versuche zum tribologischen Verhalten von Werkstoffen durchgeführt werden.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
e-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

FORMGEDÄCHTNIS-MARKNAGEL ZUR KNOCHENVERLÄNGERUNG
Knochendefekte können beispielsweise durch Tumor oder Unfall entstehen. Während der chirurgischen Behandlung dient der Marknagel zur Stabilisierung und ermöglicht bei geeigneter Gestaltung die körpereigene Neubildung von Knochenmaterial. Gegenstand des Projektes ist die Entwicklung eines aktiven Marknagels mit einem Antrieb durch Formgedächtnislegierungen (FGL) zur Knochenverlängerung und Defektüberbrückung entsprechend der Methode nach Betz und Baumgart. Nach der Knochendurchtrennung wird der Marknagel in die Markhöhle des Röhrenknochens eingeführt und an den beiden Knochenfragmenten fixiert. Durch Hochfrequenz-Energieeinkopplung erfolgt die Erwärmung des Formgedächtniselementes und bewirkt

anschließend die Knochenverlängerung. Die Operationswunde wird nach der Implantation wieder vollständig geschlossen, so dass das Infektionsrisiko minimal bleibt. Beim Auseinanderwandern der Knochenfragmente - ca. 1 mm pro Tag - wird Knochenmaterial nachgebildet, welches später die hervorragenden mechanischen Eigenschaften eines Röhrenknochens besitzt. Derzeit im klinischen Einsatz befindliche Marknägel besitzen gegenüber allen bisherigen Lösungen entscheidende Vorteile; jedoch sind ihnen sowohl hinsichtlich der Miniaturisierung und Anpassung an die anatomische Gestalt des Röhrenknochens als auch aufgrund der hohen Ausfallwahrscheinlichkeit (kompliziert ausgestaltetes Planetenrollengetriebe mit vielen bewegten Teilen) empfindliche Grenzen gesetzt. Das sehr einfache mechanische Prinzip und die Kompaktheit des Formgedächtnismarknagels ist daher besonders vorteilhaft für Anwendungen am Unterschenkel sowie an der oberen Extremität und hat den zusätzlichen Vorteil der Kostenersparnis und der erhöhten Betriebssicherheit.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
e-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG EINES AKTUATORS VORZUGSWEISE AUS FORMGEDÄCHTNISELEMENTEN AM ANWENDUNGSBEISPIEL EINER STEUERbaren WELLENDICHTUNG
Ziel des Vorhabens ist es, eine steuerbare bzw. schaltbare Wellendichtung vorzugsweise aus Formgedächtnislegierungs-Materialien zu entwickeln. In sensitiven Anwendungsbereichen, bei denen aus der Abdichtung einer rotierenden Welle keinesfalls ein etwaiger Ölverlust auftreten darf, ist es bisheriger Stand der Technik aus Sicherheitsgründen einen zweiten zusätzlichen Wellendichtring oder eine zusätzliche Dichtlippe einzubauen. Diese zusätzliche Abdichtung, die ständig im Eingriff steht, erzeugt eine beträchtliche zusätzliche Reibung und damit unnötige Energieverluste und Erwärmung. Diese Verluste lassen sich weitgehend reduzieren oder vollständig vermeiden, wenn der Anpressdruck der Dichtung steuerbar ist oder die zusätzliche Dichtlippe im Normalzustand berührungsfrei steht und mit Hilfe eines geeigneten Werkstoffaufbaus nur im Bedarfsfall fremd aktiviert oder selbsttätig zuschaltbar ist.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
e-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

SCHADENSFALLANALYSEN UND WERKSTOFFTECHNIK
Neben Schadensfallanalysen an metallischen Bauteilen werden Dienstleistungen auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung und Beratungsleistungen in werkstoffkundlichen Fragen angeboten. Daneben werden Problemstellungen der metallverarbeitenden

Industrie in Forschungsaufträgen bearbeitet. Speziell für die stahlverarbeitende Industrie kann auf ein breites Erfahrungspotential zurückgegriffen werden. Es können Korrosionsuntersuchungen und Versuche zum tribologischen Verhalten von Werkstoffen durchgeführt werden.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
e-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

DURCHFÜHRUNG VON UNTERSUCHUNGEN ZUR MIKROBIELL INDUZIERTEN KORROSION UNTER KONTROLLIERTEN MIKROBIOLOGISCHEN BEDINGUNGEN
Objectives of the project are to gain a phenomenological description of MIC failures of stainless steels in water systems including the effect of MIC inhibitors, to develop and set-up accelerated tests online monitoring for assessing the susceptibility of stainless steels to MIC failure, to assess the performance of typical conventional stainless steels and of newer stainless steels grades with enhanced corrosion resistance in water systems contaminated with different kinds of bacteria, to define suitable tools to prevent MIC failure of stainless steels in water systems, including recommendations and procedures for usage of these materials which are able to extend plants durability, reliability and safety, thus contributing to actively seek the achievement of sustainable water quality and quantity and to promote wide spread use of stainless steels as competitive material in water systems making stainless steels a more significant sector of the market.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
e-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

SCHNELLSCHALTENDE AKTOREN FÜR ADAPTIVE SICHERHEITSSYSTEME IM KRAFTFAHRZEUGBAU
Gegenstand des Projektes ist die werkstoffkundliche Entwicklung eines adaptiven Sicherheitssystems mit Formgedächtnislegierungen zum Einsatz in Kraftfahrzeugen. Durch die spontane Umwandlung der FGL beim Überschreiten einer kritischen Temperatur können sehr schnell und funktionssicher Linearbewegungen ausgeführt werden. Das Problem der Langzeitstabilität des Formgedächtniseffektes soll in diesem Forschungsvorhaben betrachtet werden. Hierzu werden Auslagerungsversuche sowohl die Auswirkungen von Ausscheidungen als auch die metallkundlichen Hintergründe für die Entstehung der Ausscheidungen betrachtet. Durch die Kenntnis der ablaufenden Vorgänge sollte es möglich sein, Legierungen einzusetzen, die die erforderliche Langzeitstabilität aufweisen. In einem weiteren Projektschritt werden Schnellerwärmungssysteme entwickelt und erprobt, die es ermöglichen,

mit den vorhandenen Borstromnetzen eine schnellstmögliche und sichere Erwärmung der FGL-Elemente zu gewährleisten.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
e-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

OXIDATIONS-KATALYSATOREN FÜR BIODIESELBETRIEBENE BOOTSMOTOREN
Die Verwendung von Oxidationskatalysatoren bei Dieselmotoren ist heute im Bereich der Fahrzeugmotoren und bei Stationärmotoren Stand der Technik. In Sportbooten ist diese Art der Abgasnachbehandlung jedoch noch nicht sehr verbreitet. Beim Einsatz von Oxidationskatalysatoren auf Sportbooten treten aufgrund der speziellen Einsatz- und Einbaubedingungen besondere Probleme auf. Die Motoren werden häufig nur kurzfristig und/oder bei geringer Last betrieben, wodurch die für herkömmliche Oxidationskatalysatoren erforderliche Abgastemperatur von 350 °C nicht erreicht wird. Weiterhin erfolgt bei vielen Booten die Einleitung des Abgases nicht in die Luft, sondern ins Wasser, wodurch der Abgasgegendruck ansteigt. Diesen Problemen soll durch die Verwendung neuartiger Katalysatorbeschichtungen sowie weiterer konstruktiver Maßnahmen Rechnung getragen werden. Weiterhin herrscht noch immer Unsicherheit über die Auswirkungen von Oxidationskatalysatoren auf die Abgase biodieselbetriebener Motoren. Aus diesem Grund sind Abgasmessungen an den umgebauten Booten erforderlich.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner
Tel.: +49 (0)7531 206 307
e-Mail: schreiner@htwg-konstanz.de

WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN
WEB.MBA - ENTWICKLUNG VON FERNSTUDIENMODULEN FÜR DEUTSCH- UND ENGLISCHSPRACHIGE MBA-STUDIENGÄNGE
Das Projekt wird internetgerecht didaktisierte Inhalte für Lehrveranstaltungen in drei MBA entwickeln und für den Einsatz auf einer virtuellen Lernplattform medialisieren. Für fünf Lehrveranstaltungen in den berufsbegleitenden Masterstudiengängen Internationales Management Asien, Human Capital Management und Accounting and Corporate Finance werden Inhalte entwickelt und auf einer virtuellen Lernplattform dargestellt. Diese mediale Vermittlungsform bietet den Teilnehmern der berufsbegleitenden Aufbaustudiengänge den Vorteil einer teilweisen zeitlichen und räumlichen Unabhängigkeit. Das vom baden-württembergischen Wissenschaftsministerium geförderte Projekt dauert von 2001 bis 2006. Zu den Inhalten zählen einerseits englischsprachige Veranstaltungen über „Interkulturelles Management“ und „Interkultu-

relles Marketing“, andererseits Kurse in Wirtschaftsenglisch. Sie sollen die Internationalität der vermittelten Qualifizierung erhöhen. Es sollen extensive Online-Lehrveranstaltungen entstehen, deren Form die effektive und effiziente Vermittlung der Lerninhalte sowie Diskurs- und Feedbackmechanismen ermöglicht, die in den Präsenzphasen etablierte „Wissensgemeinschaft“ unterstützt und ergänzt, und ein Maximum an zeitlicher Flexibilität für die Teilnehmer gewährleistet. Dafür wird ein Konzept für eine Ressourcen-basierte Lernumgebung entwickelt, die eine Reihe von internetgerechten Vermittlungs- und Kommunikationsformen beinhaltet. Wesentlicher Bestandteil des Projekts ist die Erstellung von digitalisierten Lerninhalten zu den Lehrveranstaltungen in Form von Hypertext und die Entwicklung anderer Lernressourcen in medial angemessener Form, zum Beispiel Audio-Sequenzen mit Experteninterviews und Vortragsausschnitten, Graphiken, Animation und kommentierten Internet-Verknüpfungen zu anderen frei verfügbaren Wissensbeständen. Synchrone und asynchrone Kommunikationswerkzeuge, etwa Audio-Konferenzen, Whiteboarding und Foren, werden in das didaktische Gesamtkonzept angemessen integriert. Plattform für die zu entwickelnde Lernumgebung ist die vom Projektleiter mitentwickelte Delta Intercultural Academy (www.dialogin.com), eine virtuelle ‚knowledge and learning community‘ zum Thema ‚Interkulturelle Wirtschafts- und Managementkommunikation‘.

URL des Projektes: <http://www.fhk-mba.de>

Prof. Peter Franklin
Tel.: +49 (0)7531 206-396
e-Mail: franklin@htwg-konstanz.de

E-DEU-KOMM: ANGLO-GERMAN BUSINESS COMMUNICATION

Ziele des Projektes sind zum einen die Gewinnung von Einsichten über die Form und insbesondere über die Schwierigkeiten der anglo-deutschen Interaktion im internationalen Wirtschaftsleben, zum anderen die auf der Basis dieser Erkenntnisse aufbauende Entwicklung (Erarbeitung von Inhalten und deren digitale und mediale Umsetzung) eines an britische bzw. amerikanische Geschäftsleute gerichteten, webbasierten Leitfadens zur Kommunikation mit deutschen Geschäftspartnern. Die Ziele im einzelnen sind:

1. Erkenntnisse über die Form und insbesondere über die von Beteiligten und Beobachtern wahrgenommenen Schwierigkeiten der deutsch-britischen bzw. in der deutsch-U.S.-amerikanischen Interaktion in der Wirtschaft zu gewinnen;
2. rezipierte, teilweise nicht ausreichend kritisch tradierte Einsichten und Ansichten über die deutsch-britische bzw. die deutsch-U.S.-amerikanische Interaktion im internationalen Wirtschaftsleben zu überprüfen, die entweder aus eher impressionistischen oder aus kulturgenerell angelegten Studien oder vor längerer Zeit gewonnen wurden;

3. die gewonnenen Einsichten als Basis für die Entwicklung eines webbasierten, englischsprachigen Leitfadens zum Thema „Communicating and Negotiating in German Business“ zu nutzen, in dem Unterschiede und Gemeinsamkeiten, potentielle Schwierigkeiten und situationsabhängige Handlungsempfehlungen dargestellt und begründet werden. Übergeordnetes Ziel des Projektes, das in Zusammenarbeit mit einem englischen und einem U.S.-amerikanischen Unternehmen durchgeführt wird, ist es, einen Beitrag zur Verbesserung der interkulturellen Wirtschaftskommunikation und damit der Wirtschaftsbeziehungen zwischen Deutschland und den zwei nach wie vor wichtigen Handelspartnern Großbritannien und USA zu leisten.

Prof. Peter Franklin
Tel.: +49 (0)7531 206-396
e-Mail: franklin@fh-konstanz.de

WORKING WITH CANADA AND FRANCE: EFFEKTIVE INTERKULTURELLE MANAGEMENTKOMMUNIKATION UND -KOOPERATION

Bei diesem Projekt handelt es sich um eine Untersuchung zur Managementkommunikation auf den höchsten Führungsebenen zwischen einem nordamerikanischen Konzern und einer deutschen Tochtergesellschaft und zwischen derselben deutschen Firma und einer französischen Schwestergesellschaft. Es werden Daten über die Sprache, Form, Medium, Funktion und Schwierigkeiten aus deutscher Sicht der erlebten Kommunikation erhoben und auf dieser Grundlage werden Konzepte zur Optimierung der Kommunikation und Kooperation entwickelt und in Form von Personal- und Organisationsentwicklungsmaßnahmen umgesetzt.

Prof. Peter Franklin
Tel.: +49 (0)7531 206-396
e-Mail: franklin@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG UND IMPLEMENTIERUNG VON PRÜFUNGEN DER VORKENNTNISSE AUSLÄNDISCHER STUDIENBEWERBER AN FACHHOCHSCHULEN BADEN-WÜRTTEMBERGS

In enger Kooperation mit den Fachhochschulen Baden-Württembergs werden aussagekräftige Prüfungen der Vorkenntnisse entwickelt und erprobt. Die Prüfungen sollen vom Ausländerstudienkolleg der Fachhochschulen in Baden-Württemberg an der Fachhochschule Konstanz durchgeführt werden. Das Projekt umfasst die Entwicklung der Prüfungen und des Informationsmaterials für die Studienbewerber, die Implementierung an den Fachhochschulen in Baden-Württemberg sowie die Entwicklung eines Kurscurriculums.

Prof. Christian Krekeler
Tel.: +49 (0)7531 206-395
e-Mail: krekeler@htwg-konstanz.de

ÖKOM - ÖKOLOGISCHE KOMMUNIKATION INTERNATIONAL

Ziel des Projektes ist der rasche Zugang zur deutschsprachigen Fachliteratur, der sachgemäße Umgang mit ihren Texten bzw. die Einführung in die aktuelle Diskussion zum genannten Thema in seiner komplexen Überschneidung von Naturwissenschaft und Technik, Ökonomie und Ökologie, Recht und Politik, Produktinnovation und Transfermöglichkeiten, zukunftsorientierter Technologie und ethischem Verantwortungsprinzip. Daraus werden folgende sprachliche Teillernziele, mit unterschiedlicher Gewichtung, abgeleitet: Vermittlung eines allgemeinen Grundwortschatzes, Vermittlung fachspezifischer Terminologie, Vermittlung von Kenntnissen der Wortbildung zur analytischen Nutzung von Lexika, Vermittlung notwendiger grammatikalischer Strukturen, Vermittlung von Kenntnissen häufig verwendeter Kommunikationsverfahren und fachüblicher Textbaupläne, Vermittlung von Lese- und Entschlüsselungsstrategien, Vermittlung von Kenntnissen unterschiedlicher Lesestile.

Prof. Anneliese Fearn
Tel.: +49 (0)7531 53781
e-Mail: fearn@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG VON VALIDEN AUSWAHLVERFAHREN FÜR STUDIENBEWERBER

Im Projekt werden folgende Arbeiten durchgeführt: Evaluation der bislang durchgeführten Auswahlverfahren hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen „Test zur Vorauswahl“ und „Ergebnis der Auswahlgespräche“ (Assessment-Center), Entwicklung eines Instruments zur „Messung“ von Studienerfolg, Evaluation der durchgeführten Auswahlverfahren hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen „Ergebnis der Auswahlgespräche“ (Assessment-Center) und „Studienerfolg“, Stärken/Schwächen-Analyse des gesamten Verfahrens, Weiterentwicklung des Assessment-Center (Vorstellung, Gruppendiskussion, Einzelinterview, Feedback-Angebot) mit Überprüfung des Anforderungsprofils und ggf. Erprobung zusätzlicher eignungsdiagnostischer Verfahren sowie die organisatorische, methodische und inhaltliche Vorbereitung und Durchführung der nächsten Auswahlverfahren mit dem Ziel einer kontinuierlichen Verbesserung.

Prof. Dr. Bernd Richter
Tel.: +49 (0)7531 206-333

PERFORMANCE DER PORTFOLIOOPTIMIERUNG MIT TSP-VEKTOR

In der klassischen Portfoliooptimierung wird die Varianz der Renditen als Risikomaß verwendet. Da die Varianz nur im Falle symmetrischer bzw. normalverteilter Renditen Investorenängste zu erfassen vermag, wurde ein Modell zur Portfoliooptimierung entwickelt, in dem das Risiko durch einen target-shortfall-probability-Vektoren charakterisiert wird. Dieses diskrete lineare Optimierungsmodell

kann mit guten Optimizern Portfolios aus ca. 700 Aktien innerhalb einer Stunde bilden, so dass es bereits jetzt als praxistauglich bezeichnet werden kann. Neben der Möglichkeit dieses intuitiv verständliche und Investorängste besser repräsentierende Risikokriterium bei der Portfoliobildung einzusetzen, ist die Performance der Resultate entscheidend. Das Forschungsvorhaben beabsichtigt deshalb, verschiedene Performanceaspekte des entwickelten Mean-Target-shortfall-probability-Vektor-Modells zu untersuchen. Ein weiteres Ziel des Forschungsvorhabens ist u.a. die Optimierung des Value at Risk, der für die Ermittlung der bankaufsichtlichen Eigenkapitalhinterlegung Industriestandard ist.

Prof. Dr. rer. pol. Leo Schubert
Tel.: +49 (0)7531 206-429
e-Mail: schubert@htwg-konstanz.de

OPERATIONALISIERUNG EINES WERTEADJUSTIERTEN, VERHALTENS-ORIENTIERTEN RISIKOMANAGEMENTS, DABEI KONZEPTUALISIERUNG DES FAKTORS MORAL ALS STRATEGISCHE RESSOURCE UND OPERATIONALISIERUNG MITTELS BALANCED SCORECARD

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines präventiv wirkenden, werteadjustierten Risikomanagementsystems, das auf Basis der Theorie der Governanceethik auf die Integration und Sicherstellung der nachhaltigen Vitalität von moralischen Werten in Unternehmenskulturen zur Vermeidung verhaltensbedingter Risiken zielt. Hintergrund für die Fokussierung auf verhaltensbasierte Risiken sind die Anforderungen des KonTraG und der international geforderten Standards der Corporate Governance. Existente Risikomanagementsysteme decken die o.g. Risiken nicht ab.

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 (0)7531 206-404
e-Mail: wieland@htwg-konstanz.de

INTEGRITÄTSORIENTIERTES LIEFERANTENMANAGEMENT

In welcher Weise kann die eng geführte Diskussion über das Lieferantenmanagement eines Unternehmens um den Aspekt einer governanceethisch konzipierten, präventiv wirksamen und moralischen Verhaltenssteuerung erweitert werden? Wie kann ein integritätsorientiertes Lieferantenmanagement instrumentiert und als eine steuernde intra- und extra-organisationale Anreizstruktur für die Unternehmenspraxis konkret gestaltet und ökonomisch relevant organisiert werden? Wie sind integritätsorientierte Lieferantenscreening-, Lieferantenbewertungs- und Lieferantenentwicklungssysteme konkret zu gestalten? Welche Wechselwirkungen und Synergieeffekte generiert die Konzeption und Implementation eines präventiv wirkenden integritätsorientierten Lieferantenmanagements auf die strategische und operative Unternehmensführung? Wie kann mit Hilfe eines solchen integritätsorientierten

Lieferantenmanagementsystem praktisch gelingen mit den strategisch und operativ bedeutsamen Lieferanten nachhaltige Lieferantenbeziehungen zu organisieren und zu erhalten?

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 (0)7531 206-404
e-Mail: wieland@htwg-konstanz.de
www.kiem.htwg-konstanz.de

ETHIK UND GOOD CORPORATE GOVERNANCE

Vor dem Hintergrund vielfach existenzgefährdender Unternehmenskrisen und der in den letzten Jahren vermehrt auftretenden Fälle von Korruption und Wirtschaftskriminalität in Wirtschaft und Politik, zielt das Forschungsvorhaben auf die Einbettung governanceethischer Steuerungsstrukturen in die Corporate Governance von Unternehmen und somit der Entwicklung einer werthaltigen „Good Corporate Governance“. Eine solche werthaltige „Good Corporate Governance“ basiert vor dem Hintergrund der Theorie der Governanceethik auf der Integration und Sicherstellung der nachhaltigen Existenz von moralischen Werten in Unternehmen. Diese Neugestaltung scheint notwendig, da existierende Corporate Governance Konzepte - wie die in der vergangenen Zeit gemachten Erfahrungen zeigen - hinsichtlich moralisch zweifelhaftem und dolosem Verhalten der Mitarbeiter keine präventive Steuerungswirkung zu besitzen scheinen. Hierfür sind in einem ersten Zugriff drei wesentliche Gründe zu benennen:

1. Existierende Corporate Governance Konzepte integrieren die impliziten Elemente von Transaktionsbeziehungen, die durch Werte gesteuert werden können, nicht systematisch.
2. Sie fokussieren nur auf die Unternehmensleitung als Formbegriff und nicht als Prozessbegriff und basieren
3. in der Regel auf ex post wirksamen Monitoring Mechanismen. Jedoch, die vorgenannte, erforderliche Fokussierung auf moralische Faktoren und Werte gewinnt durch die national und international geforderten Standards der „Good Corporate Governance“ und die hiermit in Zusammenhang stehenden „Listing Standards“ der großen Börsen eminent an Bedeutung, da diese ausdrücklich die Beachtung und systematische Integration dieser Elemente in die operativen und strategischen Prozesse von Unternehmen einfordern.

URL des Projektes: <http://www.kiem.htwg-konstanz.de>

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 (0)7531 206 404
e-Mail: wieland@htwg-konstanz.de
www.kiem.htwg-konstanz.de

WISSENSGOVERNANCE UND INNOVATIONSMANAGEMENT

Innovationen bei Produkten und Dienstleistungen basieren in der Regel primär auf wissensbasierten und wissensgesteuerten Transaktionen. Die Aktivierung dieser Wissensressourcen kann nur mittels geeigneter wertensensibler Governancestrukturen gelingen, da anderenfalls die impliziten Wissensbestände beim individuellen Akteur als dem Eigentümer des Wissens verbleiben und in Innovationsprozessen einer Ökonomisierung nicht zugänglich gemacht werden können. Beschreibung bzw. Entwicklung eines Innovationsmanagements und eines Wissensmanagements, die mittels governanceethischer Steuerung die Attrahierung und Aktivierung individueller und organisationaler impliziter Wissensbestände zur Generierung innovativer Güter und Dienstleistungen prozessieren können. Dabei werden folgende Fragestellungen untersucht: Auf welchen ökonomischen und organisationstheoretischen Annahmen kann ein moralsensitives Wissens- und Innovationsmanagement basieren; In welcher Weise kann die bisher enggeführte Diskussion über das Wissens- und Innovationsmanagement eines Unternehmens einer governanceethischen Steuerung zugänglich gemacht werden, so dass die Aktivierung des wettbewerbsnotwendigen Wissens gelingen kann und global marktfähige innovative Güter und Dienstleistungstransaktionen entstehen; Was ist unter dem Begriff der Organisationskultur zu verstehen, wie wirkt dieser in Organisationen hinein und über die Grenzen der Organisation hinaus, so dass die Attrahierung und Aktivierung des notwendigen Wissens für innovative Prozesse ermöglicht wird; Wie kann ein solches Wissens- und Innovationsmanagement-Konzept in diesem Zusammenhang als ein anwendbares Instrumentarium bzw. als organisationale Anreiz- und Steuerungskultur für die Unternehmenspraxis aussehen?

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 (0)7531 206-404
e-Mail: wieland@htwg-konstanz.de
www.kiem.htwg-konstanz.de

ERARBEITUNG EINES INTERNATIONALEN ISO-STANDARDS SOCIAL RESPONSIBILITY

Im Projekt wird ein ISO-Standard erarbeitet, der es allen Arten von Organisationen in allen Ländern der Welt möglich machen soll, Prozesse der Wahrnehmung sozialer und ökologischer Verantwortung in den jeweiligen Gesellschaften zu implementieren und zu leben.

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 (0)7531 206 404
e-Mail: wieland@htwg-konstanz.de
www.kiem.htwg-konstanz.de

Wieviele NIROSTA® braucht Ihr Leben?

Jede Pasta, jedes Hemd, jeder Drei-Tage-Bart, jede Heimfahrt – an NIROSTA® kommen Sie nicht vorbei. ThyssenKrupp Nirosta GmbH ist einer der führenden Hersteller von flachgewalzten Erzeugnissen aus nichtrostendem Stahl. Unser Werkstoff ist die Basis für Produkte vom Kochtopf bis zur Waschmaschine, vom Tankwagen bis zum Zug und vom Auspuff bis zur Entstaubungsanlage. Mit ca. 4.400 Mitarbeitern in fünf deutschen Städten erzielen wir einen Umsatz von ca. 2,2 Mrd. Euro.

Lust auf mehr NIROSTA®?

Informationen über unser Traineeprogramm, unsere Studienförderung, Praktika, Projektarbeiten oder Diplomarbeiten erhalten Sie bei:

ThyssenKrupp Nirosta GmbH
Julia Martin, Personalentwicklung
Oberschlesienstraße 16, 47807 Krefeld
Tel.: +49 2151 832841
julia.martin@thyssenkrupp.com
<http://www.nirosta.de>

Thyssen Krupp Nirosta

Ein Unternehmen von ThyssenKrupp Stainless



ThyssenKrupp

Mehr Fahrdynamik und Sicherheit – durch Technik von ZF



www.zf.com



Getriebe-, Fahrwerk- und Lenksysteme* von ZF machen das Autofahren in Millionen Fahrzeugen komfortabler, wirtschaftlicher und sicherer. Auch darum haben Sie mit Technik von ZF mehr Spaß am Fahren.

An moderne Fahrzeuge werden ständig höhere Anforderungen gestellt. Unsere Ingenieure nehmen die Herausforderung an. ZF entwickelt neue Produkte, die allen Ansprüchen gerecht werden: 6-Gang-Automatgetriebe, manuelle und automatisierte 6-Gang-Schaltgetriebe, stufenlose Automatgetriebe, Doppelkupplungsgetriebe, variable Dämpfungssysteme wie CDC®, Aktive Wankstabilisierung ARS, Fahrwerkskomponenten, komplette Achssysteme und Lenksysteme wie Servotronic®, Servoelectric® und Aktivlenkung.

* ZF Lenksysteme GmbH ist ein Gemeinschaftsunternehmen mit der Robert Bosch GmbH

Antriebs- und Fahrwerktechnik

